This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

QE
475
R45

YC 40223

Digitized by Google

REESE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF CALIFORNIA.
Received Oct., 1891
Accessions No. 45173 Shelf No.

Digitized by Google

Digitized by Google

DIE FOSSILIEN FÜHRENDEN

KRYSTALLINISCHEN SCHIEFER

VON BERGEN IN NORWEGEN

VON

DR. HANS H. REUSCH

GEOLOG DER NORWEGISCHEN GEOLOGISCHEN LANDESUNTERSUCHUNG.

AUTORISIRTE DEUTSCHE AUSGABE

VON

RICHARD BALDAUF

BERGWERKSDIRECTOR IN DUX-LADOWITZ (BÖHMEN).

MIT 1 GEOLOGISCHEN KARTE UND 92 HOLZSCHNITTEN.

LEIPZIG

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN

1883.

Digitized by Google

QE475
T4

45173

Digitized by Google

Inhalt.

Seite

Einleitung.

Art des Reisens in Norwegen. Ein Blick auf die Geologie von Norwegen 1

Die Halbinsel von Bergen 10

Die Gegend um Osören 13

Quarzführender Talkglimmerschiefer 15

Südliche Schichtenreihe von Dioritschiefer und verwandten Gesteinen 18

Konglomerat mit verschiedenartigen Geröllen 22

Quarzaugengneiß. 27

Südliche Thonglimmerschieferzone 28

Chloritreicher Sparagmit 30

Zone mit kalkführendem Gneiß 31

Einige Bemerkungen über Rötingen, Sundö und Brurö. 34

Saussuritgabbro 35

Nördliche Thonglimmerschieferzone mit quarzitischem Sandstein und Quarzitkonglomerat 48

Nördliche Schichtenreihe von Dioritschiefer und verwandten Gesteinen 56

Lysekloster's krystallinische Schiefer 61

Glazialschutt 61

Fossilien in den krystallinischen Schiefern 62

Trengereid 69

Bergens' nächste Umgebung 78

Das Gneifsfeld vom Ulriken 82

Rückblick.

Die Auffassung früherer Beobachter von der Halbinsel Bergen . . . 91

Der geologische Bau der Halbinsel Bergen kann nach unserm heutigen Wissen verschieden aufgefaßt werden 92

Metamorphische Phänomene 94

Formveränderungen, hervorgebracht durch die bei der Schichtenfaltung wirkenden Druckkräfte 105

Über Gneifs und Gneifs-Granit 115

Gneiß mit Transversalschieferung 115

Granitische Adern mit Parallelstruktur 115

Digitized by Google

Seite

Gleitungsfalten 117
Streckung des Gneißes 118
Eine eigenthümliche Struktur im Gneiß. 121
Einige granitische Adern in Gneißgranit, verglichen mit solchen in Granit 121
Einige Granitfelder, die wahrscheinlich emporgepreßtes Grundgebirge sind 125
Schlußbemerkungen. 129
Register 131

Digitized by Google

UNIVERSITY

Einleitung.

Behandelt die vorliegende Schrift auch nur eine spezielle Gegend meines Vaterlandes, so möchte ich doch einige allgemeine Bemerkungen über das praktische Studium der Geologie von Norwegen, sowie über den geologischen Bau des Landes im Großen vorausschicken, und zwar um so mehr, als ich hoffe, dem deutschen geologischen Publikum später noch eine Darstellung eines weiteren Theils unsrer Westküste, die nun schon seit einer Reihe von Jahren mein Arbeitsfeld ist, vorlegen zu können.

Art des Reisens in Norwegen. — Ein Blick auf die Geologie von Norwegen.

Nähert man sich Norwegens Westküste vom Meere aus, so trifft man zunächst auf niedrige, von der See halb überfluthete nackte Scheren. Außerhalb derselben liegen andere, die sich durch die weißen Schaumkämme der brechenden Meereswogen verrathen. Zu gleicher Zeit sieht man die größeren, bis vielleicht 500 m hohen Inseln, die eine schützende Kette für unsere Küste bilden. Nirgends ist eine menschliche Wohnung, nirgends ein Baum wahrzunehmen, überall der nackte graue Fels, nur hie und da durch ärmliche Vegetation wenig lebhaft gefärbt. Erst nach Passirung der größeren äußeren Inseln bemerkt man ein oder das andere kleine Haus und in seiner Nähe den ersten niedrigen Strauch. Die Szenerie wird belebter, je mehr man sich dem Festland nähert, längs welchem, als gegen das offene Meer geschützt, die Schiffahrt unseres Landes zum größten Theil stattfindet; die urbaren Flecken werden größer, braunes Heidekraut deckt mehr und mehr das Gestein, und die ersten Bäume finden sich ein, ohne jedoch einen solchen Wuchs zu erlangen, wie in mehr begünstigten Regionen. Folgt man nun einem der größeren nach innen gehenden Fjorde, so verändert sich der Charakter der Landschaft wesentlich. Die Berge werden höher; nur ausnahmsweise jedoch zeigen sie jene ausgeprägten

Digitized by Google

Formen, scharfe Kämme und Spitzen, welche man in den Alpen so häufig sieht. In der Regel fährt man längs einer Bergseite, die oben eine wenig gewellte und im Ganzen genommen ziemlich horizontale Linie zeigt. Wo ein Seitenthal einmündet oder zwischen Fels und Wasser eine nicht allzu steile Fläche bleibt, wird das Land zu bebauen begonnen, aber lange Strecken reist man, ohne noch menschliche Wesen zu finden. Die Berge werden höher, 1000—1500 m; das Klima wird milder, namentlich in den innersten Fjordarmen, wo die Schneegefilde die vom Meere hereintreibende Feuchtigkeit auf den außen vorliegenden Gebirgsplateaus niederschlagen.

Geht man am Ende eines solchen Fjords ans Land, um die Reise ostwärts fortzusetzen, so steigt man durch ein sich aufwärts schlängelndes Thal auf das öde, wellenförmige Plateau, welches den westlichen Abhang der skandinavischen Halbinsel von dem östlichen unterscheidet; über diesem Plateau erheben sich hier und da einzelne höhere Gebirgszüge.

Ein Theil dieses westlichen Abhanges, die Gegend um die Stadt Bergen, ist es, welcher im Folgenden Gegenstand einer näheren geologischen Behandlung sein soll.

Ein außerordentlich großer Vortheil für den an unserer Westküste arbeitenden Geologen ist der, daß er es so gut wie überall mit nackten Felsen zu thun hat; es ist daher niemals nöthig, die geologische Karte nach lose herum liegenden Steinen zu konstruiren, ein Verfahren, das in der Regel in Skandinavien schon deshalb nicht möglich ist, weil das lose Material, welches den Boden deckt, nur ausnahmsweise ein an Ort und Stelle entstandenes Verwitterungsprodukt, sondern fast überall ein durch Gletscher hingebrachtes ist. Ein andrer Vortheil sind die unzähligen natürlichen Einschnitte, welche die Thäler und Meeresarme in das Gebirgsinnere eröffnen. Dagegen fehlen zum größten Theil die vielen künstlichen Entblößungen, welche die Anlage von Eisenbahnen, Wegen und Steinbrüchen in kultivirteren Gegenden mit sich bringen, und die für das Studium der feineren Struktur des Gebirgsbaues so günstig sind. Was diesen Mangel ersetzt, das ist vornehmlich der nackte, durch Eisschliffe geglättete und durch die Brandung entblößte Gürtel, der sich längs unsrer steilen Küsten, ein oder ein paar Meter über der Meeresoberfläche, hinzieht. Tageweise kann man am Strande und in den Fjorden reisen und das Gestein beinahe Meter für Meter studiren. Ueber diesem von der Brandung bespülten Gürtel ist das Gestein meist von einer grauen Flechtenrinde überzogen und entzieht sich so, wenn man nicht den Hammer gebraucht, der unmittelbaren Beobachtung. Unter diesem liegt der, ein oder mehrere Fuß breite Gürtel, der zur Ebbezeit bloßgelegt wird, in der Regel dicht überkleidet mit bräunlichem Tang, schwarzen Mytilus und weißen Balanen.

Eine Beschwerde, die den Geologen wie jeden anderen Reisenden trifft, ist die Mangelhaftigkeit des Unterkommens und der Kommunikations-

Digitized by Google

mittel. Wenn man eine gewisse, parallel der Küste gegen das Innere der Fjords gehende Route ausnimmt, welche die Reisebücher anzeigen und auf welcher der Strom der in- und ausländischen Touristen in den kurzen Sommermonaten geht, fehlen Hôtels und Wirthshäuser ganz. Einen Ersatz gewährt wohl die Gastfreundschaft, die für Hoch und Niedrig gewissermaßen eine Gemeinpflicht ist; aber der Komfort und die Verpflegung, mit denen man sich bei unsern armen Bauern begnügen muß, sind oft mehr als dürftig. Ein hindernder Umstand ist auch der, daß die Wege, die man bei seinen Untersuchungen in einer so dünn bevölkerten Gegend einschlagen muß, sich oft weniger nach den Gesteinsverhältnissen, als nach der Möglichkeit eines Nachtquartiers richten müssen. Verhältnismäßig bequem waren noch die Wanderungen in dem südlichen Theil der Halbinsel Bergen, wo ich am meisten im Detail gearbeitet habe; man trifft hier auf Osören eine gute Station, von welcher Wege in mehreren Richtungen ausgehen. — Unser Küstenklima ist auch nicht einladend; gerade der speziellere Küstenstrich, der uns hier beschäftigen wird, ist einer der regenreichsten Europas, und der Regen fällt nicht dann und wann in größerer Menge, sondern meist fein, aber langandauernd Tag um Tag. Beispielsweise regnete es in der Zeit von zwei Monaten, welche ich im Sommer 1881 zu meinen Studien in der Umgebung von Bergen verwendete, wie man angab, nicht weniger als 40 Tage ununterbrochen. Außen gegen das offene Meer ist es selbst zur Hochsommerzeit oft rauh und kalt, bei eisigem Nordwind.

Das, was dem Geologen, der ja vornehmlich das Land kartiren soll, gewöhnlich am fühlbarsten sich aufdrängt, sind die großen Entfernungen; die Arbeiten eines Einzelnen verschwinden beinahe ganz (die jährliche Reisezeit für die Mitglieder der geologischen Landesuntersuchung ist 2 Monate); man muß sich begnügen, in ziemlicher Eile längs der wichtigsten Strandpartien und durch die Hauptthäler zu reisen; nur ausnahmsweise, an einem oder dem anderen Punkte, wo das Vorkommen von speziellem Interesse und sonst die Umstände günstig sind, kann man etwas mehr im Detail arbeiten. Die Aufschlüsse, die uns das geologische Verhalten giebt, sind daher bezüglich großer Strecken nicht von so detaillirter Art, wie in einem bebauten Kulturland, wo zahlreiche Arbeiter auf einem kleinen Felde zusammenwirken.

Ehe wir dazu übergehen, unsern eigentlichen Gegenstand zu betrachten, dürfte es von Interesse sein, den Blick vorerst etwas weiter zu werfen und das Verhalten unsrer Gegend zum ganzen geologischen Bau unseres Landes zu untersuchen. Was die Geologie der skandinavischen Halbinsel im allgemeinen betrifft, so ist sie noch nicht bekannt genug, um leicht eine allgemeine Übersicht über sie geben zu können; soviel man weiß, ist die

Digitized by Google

Halbinsel mit Ausnahme des allersüdlichsten Theils, des altdänischen Landes Schoonen und eines kleinen Flecks im nördlichsten Norwegen, wo mesozoische Ablagerungen vorkommen, nur aufgebaut vom Grundgebirge, dem Primordialsystem, Silur mit vielleicht etwas Devon; hierzu kommen Eruptivgesteine, sowohl ältere als die bei uns als jüngere bezeichneten, nämlich Granit, Syenit, Porphyr, Diabas etc., deren Eruptionszeit unbekannt ist; in jedem Falle sind sie aber postsilurisch. Während die Alpen nach der jetzt herrschenden Ansicht nach einem einigermaßen einfachen Plan aufgebaut sind, indem Falte an Falte sich legt, beginnend vielleicht in paläozoischer Zeit, jedenfalls aber in der Hauptsache dem Tertiär angehörend, verhält sich das anders mit dem nordeuropäischen Gebirgsland. Der älteste Faltungsprozeß ist primordial oder noch älter; bekannt ist Westgothlands plateauförmiges Gebirge, der Kinnekulle und mehrere im südlichen Schweden, die von horizontalen, primordialen und untersilurischen Schichten gebildet sind, welche auf den steil aufgerichteten Schichten des Grundgebirges liegen. Später wurden auch die jüngeren Ablagerungen zum größten Theile gefaltet. Diese neuen Faltungsachsen stehen zum Theil quer gegen die alten. Am besten sieht man das, wenn man die in Kjerulf: »Die Geologie des südlichen und mittleren Norwegen. Autorisirte deutsche Ausgabe von A. Gurlt. Bonn 1882.« Tafel VIII Seite 89 mitgetheilte Darstellung der Faltungslinien im südlichen und mittleren Norwegen mit der von demselben Verfasser herausgegebenen Karte »Geologisk Oversigtskart over det sydlige Norge. 1878« zusammenhält. Gleich bei Christiania steht die Faltungsachse des Grundgebirges lothrecht zu jener des Silurs. Eine andere Stelle, wo dasselbe Verhältnis sehr deutlich auf der geologischen Karte zu sehen ist, liegt etwas weiter nördlich, am südlichen Theile des in Nord-Südrichtung gehenden Randsfjord; an der Westseite desselben hat man Nord-Süd streichende Schichten des Grundgebirges, an der Ostseite sehr deutliche Ost-West laufende Silurfaltungen.

Hier ist dem skandinavischen Geologen eine wichtige Frage der mechanischen Geologie zur Beantwortung vorgelegt: Welchen Verschiebungen, Faltungen, Biegungen in der Streichungsrichtung und welchen Zusammenpressungen unterlagen die schon früher gefalteten Schichtenreihen, indem sie einem Druck in einer Richtung ausgesetzt wurden, die nicht senkrecht zur Achse stand, sondern mit ihr zusammenfiel oder einen spitzen Winkel mit derselben bildete? In unserm speziellen Gebiete kommen Verhältnisse vor, welche sich am besten durch eine solche Zusammenpressung erklären lassen; namentlich sind es die in großem Maßstabe auftretenden Biegungen der Streichlinien des Schichtenbaues, welche hierher gehören.

Noch liegt keine, in großem Maßstabe ausgeführte Übersichtskarte über die ganze skandinavische Halbinsel vor; nur für den norwegischen Antheil hat man eine solche, von welcher der nördliche Theil vom Berg-

Digitized by Google

meister Dahll, der südliche (die oben citirte Karte) von Professor Kjerulf herausgegeben ist; der letztere hat auch in Verbindung mit dieser Karte seine wichtige Arbeit: »Die Geologie des südlichen und mittleren Norwegen« veröffentlicht, auf welche hier nochmals hingewiesen sei. Nach seiner Karte ist die nachstehende kleine Skizze ausgeführt, die im Nachfolgenden als Anleitung dienen kann.*)

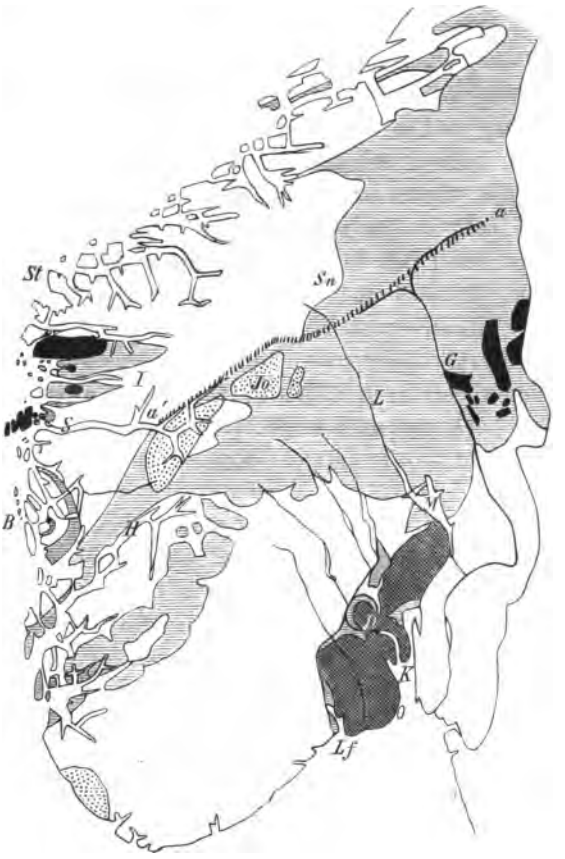


Fig. 1. Geologische Kartenskizze des südlichen Norwegens.

Das weiße ist Grund- oder Urgebirge, das horizontal schraffirte Silur.
Die Bedeutung der übrigen Bezeichnungen siehe im Texte.

---

*) Vergleiche auch Kjerulf: »Über Gletscherschliffe etc. I. Grundgebirge.« Universitätsprogramm 1870 u. 71, und Kjerulf: »Ein Stück Geographie von Norwegen«; übersetzt von G. Hartung. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde. XIV. Band.

Digitized by Google

Wir wollen zuerst die Linie *a a* ins Auge fassen, die sich vom inneren Theil des Sognefjord (*S*) gegen Nordost zieht; sie ist eine ziemlich deutliche Thallinie, welche sich auf einer guten Landkarte von Norwegen leicht verfolgen läßt*). Das Land nordwestlich von dieser Linie, Dovrefjeld in seiner weitesten Bedeutung, ist im Großen genommen ein breiter, oben flacher Rücken, durchfurcht von Thälern, welche namentlich außen gegen das Meer zu tief werden und in Fjorde übergehen. Außer Querthälern giebt es hier auch ein ausgeprägtes System von Längsthälern; diese einander kreuzenden Thäler nehmen so dem Lande den Charakter einer zusammenhängenden Gebirgsmasse. Der übrige Theil des Rückens, dessen kürzeste Abdachung gegen Südost liegt, wird gegen den Sognefjord hin zu oberst von dem großen Jostedals-Gletscher (*J*) eingenommen, der die Form eines nach beiden Seiten hin schwach abfallenden Daches hat, 2055 m ü. d. M. Die Wasserscheide ist hier eine ausgeprägt südwest-nordöstlich gehende Linie; weiter nordöstlich wird dieselbe unregelmäßiger, indem der höhere Theil des Rückens hier mehr die Form eines welligen Plateaus annimmt. Ungeachtet der höchste Punkt des Dovrefjeld, der Snehätten (*Sn*), 2300 m emporragt, ist die Gegend doch ziemlich schneearm, weil die von Südwest kommenden feuchten Seewinde ihre Feuchtigkeit schon früher niedergeschlagen haben. Weiter gegen Nordost senkt sich der Höhenrücken nach und nach bedeutend herab, sodaß er beispielsweise da, wo ihn die Eisenbahn Trondhjem-Kristiania überschreitet, nur mehr 610 m hoch ist.

Die Erdkruste in der behandelten Ausdehnung ist in stark zusammengepreßte Falten gelegt, deren Achsen, ungeachtet mancher und nicht unwesentlichen Ausnahme, doch im Ganzen als südwest-nordöstlich streichend angenommen werden können. Der mittlere Theil des Dovre besteht aus Grundgebirge (weiß auf der Kartenskizze); zu beiden Seiten tritt Silur auf (schraffirt). Nordöstlich hat man ein weit sich erstreckendes, zusammenhängendes Schiefergebiet, Trondhjems-Feld, in welchem an einzelnen Stellen Versteinerungen gefunden wurden, dem unteren Theil des Obersilur angehörig (Kjerulf's Etage 5)**). Südwestlich am Meere treten einige kleinere Schiefergebiete auf, in welchen keine fossilen Reste gefunden wurden, und deren silurisches Alter daher noch nicht mit Sicherheit festgestellt ist. Sie sind, wie auch die Gesteine vom Trondhjems-Feld, meta-

*) Sie beginnt mit dem Sogndalsfjord, einem nördlichen Seitenarm des Sognefjord, setzt durch den Paß fort, der hinüber zum Lysterfjord führt, folgt demselben sowie dem Fortundal, dem Bäverdal, einem alten Verbindungsweg zwischen dem West- und Ostland, setzt sich hierauf in westöstlicher Richtung über Vaagevand fort und passirt nordwestlich von Jettafjeld, folgt dem Grimsadal, einem Theil des niederen Foldal, Tönset und Tolgen.

**) Kjerulf's Etagen: 1 u. 2 primordial, 3 u. 4 Untersilur, 5 bis 8 Obersilur.

Digitized by Google

morphosirt; ihre Streichrichtung ist für einen großen Theil ost-westlich. In abweichender Lagerung treten über ihnen einige kleine Sandstein- und Konglomeratablagerungen von noch unbekanntem Alter auf (schwarz auf der Kartenskizze).

Im Süden von der oben genannten orographischen Linie *a a* breiten sich weitläufige Silurgebiete aus; östlich, in der Gegend der großen Flüsse Glommen (*G*) und Lougen (*L*), treten feldspathführende Sandsteine, sogenannte Sparagmite, in großer Ausdehnung auf. In dem Gebiet dieser Gesteine hat man Schichten mit primordialen (Etage 1) und mit untersilurischen (Etage 3) fossilen Resten gefunden. Abweichende Schichten über ihnen sind nach Professor Schoetz' Ansicht vornehmlich einige aus Quarzit bestehende Schichtenreihen unbekannten Alters (schwarz auf der Kartenskizze). Das Land, das im Ganzen als ein Plateau aufgefaßt werden kann, ist im Norden am höchsten und senkt sich gegen Süden oder richtiger gegen Südosten. Die genannten beiden Flüsse, die den größten Theil des am Südostabhang des Dovre abrinnenden Wassers aufnehmen, durchbrechen dieses Plateau vollständig.

Der Hauptrücken, der von den Jotun-Gebirgen (*Jo* auf der Kartenskizze) sich gegen Südsüdwest erstreckt, heißt im allgemeinen das Langfjeld. Hier breitet sich östlich von dem innern Theil des Sogne- und Hardangerfjord (*S* und *H*) auf einer Unterlage von Granit*) und steil aufgerichtetem Gneiß ein stark metamorphosirter Schichtenbau aus, in welchem der Sparagmit zurücktritt und dagegen Thonglimmerschiefer, Quarzit, Glimmerschiefer, Gneiß etc. vorherrschen. Um den inneren Theil des Sognefjord und nordöstlich von demselben treten große Massen von Gabbro und verwandten Gesteinen auf (weiß und punktirt). Jotunfjeld, d. h. Riesengebirge, ist eine wilde, vom Gabbro aufgebaute Alpenlandschaft, in welcher die Berge die Formen scharfer Kämme und spitzer Hörner annehmen und nicht mehr flach, buckelig und abgerundet, wie sonst meist in Norwegen, erscheinen; hier erhebt sich der Galdhötind, Skandinaviens höchste Spitze, 2560 m hoch.

Im Süden, namentlich östlich vom Hardangerfjord (*H*), wo die Schichtenstellung der Schiefer auf große Gebiete eine schwebende ist, hat das Land den Charakter einer Hochebene; hier hat Dahll einen, zu unterst in der Schichtenreihe, nächst deren Unterlage liegenden schwarzen Schiefer mit Dictyograptus flabelliformis Eichw., also primordial (Etage 2), gefunden.

Längs des nordwestlichen Ufers des Hardangerfjord und auch auf den Inseln vor dessen Mündung erstreckt sich eine Zone ähnlicher metamorphosirter Schiefer. In dem nächst dem Meere liegenden Striche streichen die

*) Der im Grundgebirge auftretende Granit ist in der Kartenskizze nicht besonders hervorgehoben.

Digitized by Google

stark gestörten Schichten von Nordost nach Südwest; im Jahre 1882 fand ich hier Fossile, welche dem unteren Theil des Obersilur angehören.

Während die größten zum Dovre gehörenden Fjorde und Thäler desjenigen Theiles unsrer Westküste, der südlich von Cap Stat (*St*) liegt, der äußere Theil des Sognefjord und mehrere andere, eine ost-westliche Richtung verfolgen, haben die zum Langfjeld gehörigen Einschnitte, Hardangerfjord etc., eine ausgeprägt südwestliche Richtung. Auf der Ostseite des Langfjeld-Rückens streichen die Thäler gegen Südost. Drei der dortigen Hauptflüsse (Dokka, Bägna und der Hallingsdal-Fluß) vereinigen sich durch einen gemeinschaftlichen Kanal bei Drammen (*D*), um das Meer zu erreichen. Dieser Wasserlauf erstreckt sich von Jevnaker bis Eker in südwestlicher Richtung; das ist entlang der Grenze des Grundgebirges mit den jüngeren Gesteinen, die sich zwischen dem Langesundsfjord (*Lf*) und dem Mjösen (*M*) ausbreiten. Der größte Theil dieses Gebiets, der für sich als ein orographisches Ganze betrachtet werden muß, wird von buckeligen Granit- und Syenitbergen und von flacheren, aus einer Porphyrdecke bestehenden Gebieten eingenommen. Namentlich im Norden heben sich diese postsilurischen Eruptivgebiete (kreuzweise schraffirt) zu einem waldbedeckten Hochland, das bedeutend über das flache Land emporragt. Der Krogkleven, der bekannte Aussichtspunkt, liegt am nordwestlichen Rande dieses Hochlands. Der südliche Saum zwischen dem Langesundsfjord und der äußeren Hälfte des Kristianiafjord (*K*) liegt dagegen sehr niedrig. Längs dem Rand der Eruptivgesteine und auch unter denselben kommt Silur mit Primordial (und Devon?) zum Vorschein; namentlich ist es um den Mjösen (*M*) über größere Flächen ausgebreitet. Das hiesige Silur ist nicht regional-metamorphosirt; die zusammensetzenden Gesteine sind vielmehr meist Thonschiefer, Mergelschiefer und Kalkstein, erfüllt mit zahlreichen Fossilen; dagegen zeigt dasselbe dort, wo es an den aufsteigenden Granit und Syenit abstößt, wie bekannt, die großartigsten kontaktmetamorphischen Phänomene, so daß der Vergleich mit regionalmetamorphischen Vorgängen in Norwegen auf der Hand liegt. Die Schichten des Silur sind gebrochen und gefaltet; sie streichen, wenn man nur den großen Zug dabei betrachtet, bei Kristiania und längs der Nordwestseite der Eruptivfelder von Südwest nach Nordost.

Wir haben noch ein Gebiet zu betrachten. Die früher erwähnte südliche Grenzlinie des Dovre *a a* läßt sich, soweit man bis jetzt weiß, südlich vom Sognefjord nicht als eine orographisch ausgeprägte Linie verfolgen; geologisch setzt sie fort als die Grenze zwischen Silur und Grundgebirge. Gegen West breitet sich hier um Bergen (*B*) herum ein Gebiet von steil aufgerichteten Grundgebirgs- und Silurschichten aus, dessen Streichrichtung einen halbkreisförmigen, gegen West offenen Bogen bildet; einen Theil dieser Gegend, nämlich die kleine Halbinsel, auf welcher Bergen

Digitized by Google

liegt, habe ich ziemlich im Detail untersucht, und diese wird uns hier im wesentlichen beschäftigen.

Zuletzt seien noch die glacialen Ablagerungen, die Moränen, und die nach der Eiszeit gehobenen Deltas, »die Terrassen«, erwähnt. Während diese letzteren Hebungen des Landes in postglacialer Zeit bis zu 200 m beurkunden, entbehren wir auch nicht ganz der Beweise dafür, daß auch Senkungen stattgefunden haben. Ich spreche nicht davon, daß unsere Thäler sich als »niedergetauchte Thäler«, Fjords, und diese außerhalb der Küste sich als »unterseeische Fjords« (speziell untersucht ist die rinnenförmige Verlängerung des Storfjord nördlich von Cap Stat) fortsetzen. Wir besitzen aber Anzeichen dafür, daß in ganz sicher naheliegender Zeit Senkungen stattgefunden haben*).

*) Diese wohl weniger beachteten Facta sind folgende. Etwa 50 km außerhalb der Küste bei Aalesund (62° 30′ n. B.) hat Dr. G. O. Sars, Professor der Zoologie, in ca. 100 m Tiefe zahlreiche »todte Schalen« von Mya truncata var. Udevallensis (die hochnordische, gegenwärtig, nach einer mündlichen Mittheilung, nicht südlicher als die Lofoten-Inseln, lebende Form), Saxicava rugosa und Venus casina, alles noch lebende, unzweifelhaft litorale Thiere gefunden. In Tiefen von 150 m (mündliche Mittheilung) lebte noch eine sehr verkrüppelte, doch in entschieden ausgewachsenen Exemplaren vorkommende Form von dem litoralen Echinus esculentus. Sars hat in derselben Gegend bis über 100 km vom Lande und in Tiefen bis 200 m auch mehrere Strecken gefunden, wo der Boden aus Geröllen ähnlich den von der Brandung am Meeresgestade gebildeten bestand (Forhandlinger i Chr. Vid.-Selsk. 1872. pag. 75—77).

In der Nähe von Aalesund hat der Verf. einige von der Brandung gebildete, nach der offenen See hin gewendete, jetzt gehobene Höhlen untersucht. Der Boden in mehreren von diesen bestand aus Thon. Speciell wurde dieser Thon in der 56 m ü. d. M. gelegenen Höhle bei Sjong untersucht; er war fein geschichtet mit eingeschalteten papierdünnen Sandlagern, und mußte einmal, als die Höhle versenkt war, in ruhigem Wasser gebildet sein. Die eigenthümliche Glättung der Höhlenwände deutet auch eine Senkung an (Nyt Magazin f. Naturv. Christiania 1877. pag. 229). Zu bemerken ist, daß man in derselben Gegend auch mehrere gehobene, aus Sand und Geröllen gebildete »Küstenterrassen« hat. (Über die hiesigen »Strandlinien« siehe: Lehmann, Neue Beiträge zur Kenntnis der ehemaligen Strandlinien. Zeitschr. f. d. ges. Naturw. Halle a. S. 1881.) Nach dem vorliegenden Material erscheinen hier bei Aalesund zwei Hebungen und zwei Senkungen wahrscheinlich.

Die am Meeressaum an mehreren Orten im südlichen Norwegen gelegenen, von Wasserfällen in der Eiszeit gebildeten Riesenkessel deuten auch darauf hin, daß das Land in der Eiszeit, mindestens in einer Periode derselben, höher lag als später, als das Material der dortigen Terrassen abgelagert wurde (Brögger und Reusch, Riesenkessel bei Christiania. Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. 1874. pag. 814. Die Worte »gar nicht« in letzter Linie sind hier durch ein Versehen in den Text hineingekommen).

Auch an andere von der Meeresbrandung in prä- oder wohl richtiger in interglacialer Zeit gebildete Riesenkessel und andere Höhlungen in dem Augitsyenitdistrikt zwischen Christiania- und Langesunds-Fjord muß bei dieser Gelegenheit erinnert werden (Reusch, Jagttagelser u. s. w. Chr. Vid. Selsk. Forh. 1878. Nr. 7. p. 15).

Digitized by Google

Wir wollen in folgender Ordnung vorgehen. Zunächst wird eine Übersicht über die Halbinsel von Bergen im Allgemeinen gegeben, hierauf speziell behandelt das Verhalten bei Osören, als desjenigen Theiles, welcher in der detaillirten, dem Buche beigegebenen Karte dargestellt und auf der kleinen Übersichtskarte Seite 11 eingerahmt ist. Die einzelnen Glieder des Gebirgsbaues werden jedes für sich besprochen; diese Gegend ist wichtig in Folge der hier vorkommenden Silurfossilien. Hiernach wird die Fortsetzung desselben Schichtenbaues gegen Nordost bei Trengereid behandelt werden, dann die Verhältnisse in der nächsten Umgebung von Bergen und endlich das zwischenliegende Gebiet, das ich vorläufig Ulrikens Gneißfeld benannt habe, nach dem höchsten der bekannten sieben Gebirge, welche Bergen umgeben. In einem Rückblick suche ich dann die Resultate aus dem mitgetheilten Beobachtungsmaterial zu ziehen. Einige Beobachtungen, die ich über Gneiß und Gneißgranit zu machen Gelegenheit hatte, schließen sich noch an.

Hier und da wird man zum Vergleiche mit den heimischen Verhältnissen einige Beobachtungen aus dem sächsischen Granulitgebiet finden; dieselben hatte ich Gelegenheit unmittelbar vor meinen hiesigen Untersuchungen anzustellen.

Die Halbinsel von Bergen.

An publizirtem Material über die Geologie der Halbinsel Bergen findet sich außer C. F. Naumann's Beiträge zur Kenntnis Norwegens. Leipzig 1824 (Erster Theil. Fünftes Capitel. p. 132—191):

Th. Hiortdahl und M. Irgens: Geologiske Undersögelser i Bergens Omegen. Universitetsprogram. Kristiania 1862.

Th. Kjerulf: Geologie des südlichen und mittleren Norwegen. Autorisirte deutsche Ausgabe von Dr. A. Gurlt. Bonn 1880. p. 192 u. a. a. O.

Karte der geologischen Landesuntersuchung, Blatt Bergen 1 : 100 000. 1880. (Die Revision dieses Blattes ist ausgeführt von Th. Hiortdahl, für einzelne Punkte von Th. Kjerulf und J. Friis, auf Grundlage der geologischen Karte über Bergens Umgegend, aufgenommen von Th. Hiortdahl und M. Irgens 1861.)

Ältere Verfasser, die zerstreute Bemerkungen über die hier behandelte Gegend mitgetheilt haben, sind Leopold von Buch (Reise durch Norwegen und Lappland. Berlin 1810. Theil I. p. 479), Vargas Bedemar (Reise nach dem hohen Norden. Frankfurt a. M. 1819. Band I. p. 493),

Digitized by Google

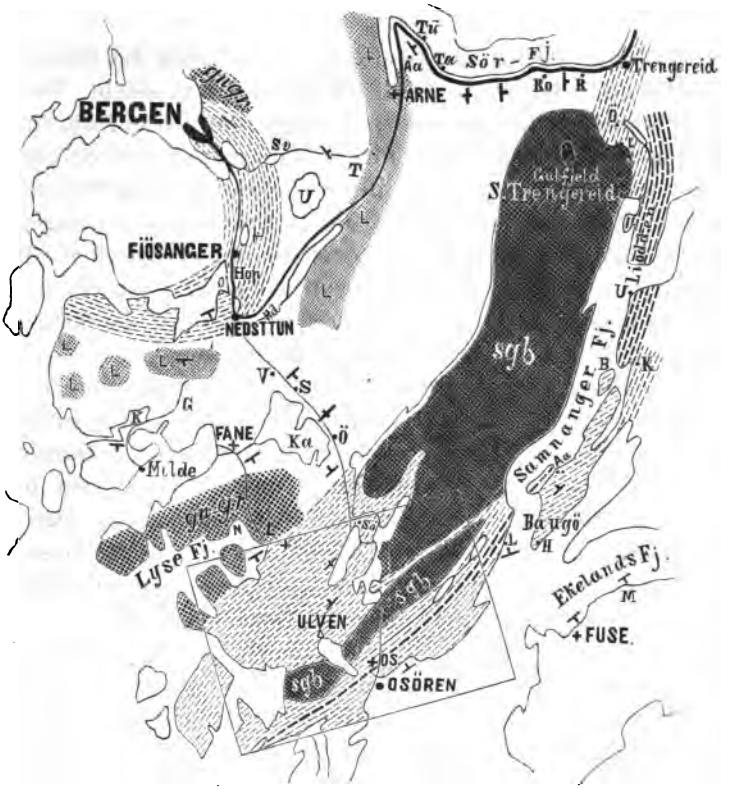


Fig. 2. Geologische Skizze der Halbinsel von Bergen.

Nach dem von der geologischen Landesuntersuchung zusammengebrachten Materiale. 1881. — Maßstab 1 : 300 000.

Ohne Bezeichnung ist das Gneißfeld westlich von Bergen und Fjösanger, außerdem Ulriken's Gneißfeld.

sgb Saussuritgabbro und Grünsteine.

Gneißgranit am Lysefjord und nördlich bei Bergen.

Labradorfels.

Fein gestrichelte Linien: verschiedene Schiefer etc. bei Bergen, Osören und bei Trengereid; bei den beiden letzteren Orten mit Silurfossilien.

Stark gestrichelte Linien: Quarzaugengneiß und verwandte Gesteine am Samnangerfjord.

Die Buchstaben sind die Anfangsbuchstaben der Namen, welche im Folgenden vorkommen.

Der eingerahmte Theil wird in vergrößertem Maßstabe durch die dem Buche beigeheftete colorirte Karte dargestellt.

Digitized by Google

Esmark (On Norit-Formationen. Mag. für Naturw. I. 1823. p. 211) und Keilhau (Gäa Norvegica. Christiania 1850. p. 358—362).

Die Halbinsel besteht aus Gebirgen, von welchen das höchste sich im östlichen Theile findet, wo Gulfjeld sich bis zu 986 m erhebt. Von Einsenkungen ist besonders hervorzuheben diejenige, die sich in Form eines Halbkreises von Bergen gegen Süd über Fjösanger und von da gegen West erstreckt; sie verläuft parallel mit der Streichrichtung des Schichtenbaues. Die meisten bedeutenderen Thäler und Bergrücken gehen ungefähr konzentrisch mit diesem Thal und auch parallel mit dem Streichen. Der Samnangerfjord, welcher die Halbinsel östlich begrenzt, ist ein unter Meer gesetztes Längenthal; der Theil des Sörfjord, der auf der kleinen Übersichtskarte am weitesten nörlich liegt, ist dagegen ein Querthal.

Von den bemerkenswerthen Punkten, die häufig genannt werden, ist vor allem Os auf dem südlichsten Theil der Halbinsel anzuführen; die direkte Entfernung von hier bis Bergen beträgt 25 km. Osören ist ein kleines Stranddorf; Ulven, nordwestlich unweit davon, ein bekannter Exerzierplatz. Dicht dabei liegt der kleine Bauerhof Vagtdal, eine wichtige Fossilfundstätte. Im nordöstlichsten Theile von Bergens Halbinsel, da wo sie mit dem Festlande zusammenhängt, liegt die Eisenbahnstation Trengereid. Ein anderes Trengereid (Süd-Tr.) liegt am Samnangerfjord.

Von den großen Zügen im geologischen Bau wollen wir folgende anführen:

Längs dem östlichen Rande der Halbinsel streckt sich eine Zone von Saussuritgabbro und Grünsteinen. Diese Gesteine bilden eine Reihe ansehnlicher Berge, die zusammen die Kette des Gulfjeld genannt werden, nach dem schon früher erwähnten Gebirge. Mit fein gestrichelten Linien ist auf der Übersichtskarte weiter angegeben 1) eine Schichtenreihe bei Osören, welche zum Theil Silur-Fossile führt; die Gesteine sind Konglomerate, Sandstein, Thonglimmerschiefer mit Einlagerungen von krystallinischem Kalk, Talkglimmerschiefer, Hornblendeschiefer, Gneiß etc. 2) Die Fortsetzung dieser Schichten bis Trengereid, 3) eine Zone bei Bergen; hier treten Augengneiß, Quarzit, Muskovitschiefer, Marmor, untergeordnet ein eigenthümliches Konglomerat und mehrere andere Schiefer auf, die nicht näher untersucht sind; Fossilien wurden darin nicht gefunden.

Das dominirende Gestein auf dem übrigen Theil der Halbinsel ist Gneiß in vielen Varietäten, von den feinkörnigen dünnschiefrigen bis zu sehr massiven. Diese letzteren, die nur Parallelstructur, aber keine Schichtung zeigen, sind meist von etwas gröberem Korn und durchgehends roth von Farbe, es sind Gneiß-Granite. Untergeordnet im Gneiß kommen Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer und Quarzschiefer vor sammt kleinen Partien verschiedener Gabbro- und Dioritarten etc. Besonderes Interesse erweckt

Digitized by Google

die Zone von Labradorfels mit seinem schönen Gestein, bestehend aus meist weißem Labrador und Hornblendemineralien, am häufigsten doch wohl mit Diallag, an den sich gern Granat anschließt. In den meisten Fällen zeigt das Gestein Parallelstruktur. Auf der Übersichtskarte ist der sehr massive Gneiß-Granit am Lysefjord besonders angemerkt.

Was das Einfallen der Schichten anbelangt, so ist dasselbe in der halbzirkelförmigen Zone bei Bergen wie in dem anstoßenden Gebiete nach außen gerichtet und flach- bis mittel-steil; im übrigen sehr steil bis lothrecht. In der Gegend um Os ist das Einfallen steil gegen Nordwest. Diese Bemerkungen über das Einfallen gelten aber nur ganz im Allgemeinen.

Die Gegend um Osören.

Im Relief der Landschaft heben sich zwei einander kreuzweise übersetzende Linien heraus (siehe Detailkarte). 1) Mobergsjövik-Linie. Das Thal von Mobergvik bei Osören gegen Nordwest über den Ulven-See bis Sjövik. 2) Tyssedals-Linie. Das steil abfallende Tyssethal und seine Fortsetztung südwestlich über den Ulven-See bis Hagevik. Im Kreuzungspunkte dieser beiden Linien liegt die Ebene von Ulven. Parallel mit der ersten Linie ist der Skeisosen, parallel der zweiten das Heglands-Thal.

Ein anderes Moment im Bau dieser Landschaft ist das ungefähr 60 m hohe Plateau, das sich längs des Meeres erstreckt und westlich vom Lifjeld seine größte Breite erlangt. Die Höfe Askevik, Grindevold, Moberg, Hauge liegen auf demselben. Es erscheint wohl auch von Thälchen durchkreuzt und bietet kleine Erhöhungen, aber im ganzen genommen ist es doch deutlich als Plateau ausgeprägt. Es fällt jäh gegen das Meer ab, die großen Berge ragen steil über ihm empor. Wie man auf der Karte sieht, scheint die Ausbreitung des Plateaus in keinem Zusammenhang mit den Gesteinsarten der Gegend zu stehen. Ich habe mir gedacht, daß es einen alten Meeresstand bedeute, am wahrscheinlichsten einen präglacialen, daß es also den Strandlinien, aber in einem viel größeren Maße entsprechen würde. Ein solcher Gebirgsfuß steht übrigens nicht vereinzelt unter den Bergen unsrer Westküste da. Verfasser dieses hat schon früher von ähnlichen, aber weniger ausgeprägten plateauförmigen Absätzen von Söndmör berichtet.*)

Von geologischem Gesichtspunkte kann man 5 Zonen unterscheiden:

---

*) Abschnitt »Die Wirkungen des Meeres im Großen« in den »Wirkungen des Meeres an Norwegens Westküste« Nyt Mag. for Naturvid. 22. Bd. 1877. Im deutschen Auszuge mitgetheilt von R. Baldauf im »Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie u. Paläontologie«. 1879. p. 244.

Digitized by Google

I. Alles das, was südöstlich vom Saussuritgabbro liegt. Die Schichten daselbst gehören alle zu dem erwähnten Plateau, mit Ausnahme des nordöstlichsten Theils, wo namentlich Gneiß sich zu bedeutenderen Höhen hebt. Die Schichten fallen durchweg gegen Nordwest ein, stehen theilweise aber auch beinahe lothrecht.

II. Die Zone des Saussuritgabbro. Zu derselben gehören bedeutende Höhen, Lifjeld und Borgefjeld. Sie findet ihren Abschluß gegen West an dem Meeresarm Skelsosen und ist auf der vorliegenden Insel Lepsö nicht zu beobachten.

III. Quarzitkonglomerat-Zone. Die Schichten fallen durchgehends steil in Nordwest ein; sie wird zusammengesetzt aus quarzitischem Sandstein und Konglomerat, Thonglimmerschiefer und verwandten Gesteinen.

IV. Die große Diorit-Hornblendeschieferzone mit granitähnlichem Gneiß. Die Schichten stehen meist lothrecht, theilweise sieht man jedoch, daß sie in der Nähe der vorigen Zone nordwestlich, in der Nähe der folgenden aber entgegengesetzt einfallen. Store Varde und Rusaasen sind hohe Berge.

V. Lysekloster-Schiefer, die sich von den vorhergehenden dadurch unterscheiden, daß die hornblendereichen Gesteine mehr zurücktreten; Gneiß mit hellem Glimmer, übergehend in Quarzit mit gleichem Glimmer, spielt hier eine hervorragende Rolle. Das Streichen ist wie sonst konstant von Südwest nach Nordost. Die beobachteten Fallrichtungen sind in der Karte eingetragen.

Eine eingehendere Untersuchung des Gebirgsbaues und ein näheres Studium der Karte werden zeigen, daß wir eine einfache Schichtenreihe vor uns haben, und daß hier keine bedeutenderen Faltungen stattgefunden haben. Verschiebungen in größerem Maße nachzuweisen ist mir nicht geglückt; kleinere können wohl vorkommen, namentlich könnte es sich lohnen, die Mobergsjöviklinie in dieser Hinsicht zu untersuchen.

Es liegen wenig entscheidende Kennzeichen dafür vor, ob man, wenn die Schichten von der ältesten abwärts bis zur jüngsten hergezählt werden sollen, von Nordwest oder von Südost beginnen soll. Die Schichten stehen, wie wir sahen, durchgehends steil oder lothrecht; einige von ihnen müssen in jedem Falle überworfen sein. Die Fossilien, die in den Zonen I und III vorkommen, geben kein entscheidendes Merkmal ab, sie sprechen jedoch nicht dagegen, daß man, wozu der Verfasser am meisten geneigt ist, die Schichtenfolge von Südost aufwärts rechnet. Sehr zu Gunsten dieser Ansicht spricht auch der Umstand, daß bei Moberg westlich von Osören Steine von Quarzaugengneiß in der Konglomeratschicht vorkommen, welche nordwestlich davon liegt.

Ferner noch etwas, was wir vorläufig bemerken wollen, obwohl es erst am Ende der ganzen Darstellung völlig einleuchten kann: 1) sind die

Digitized by Google

Gesteine außerordentlich stark gepreßt (gequetscht); 2) haben molekulare Umsetzungen ihre ursprüngliche Natur bedeutend verändert.

Wir gehen jetzt dazu über, die einzelnen Gebirgsglieder für sich zu betrachten, indem wir bei ihrer Beschreibung in der Regel mit dem südwestlichen Theile beginnen und den nordöstlichen folgen lassen. —

Quarzführende Talkglimmerschiefer.

Die drei Bestandtheile, welche dieses Gestein zusammensetzen, sind in wechselnder Menge vorhanden. Der Glimmer tritt sowohl hell als dunkel auf; den hellen Glimmer nenne ich im Folgenden Muskovit, ohne damit die Möglichkeit ausschließen zu wollen, daß eine genauere Untersuchung andere Bezeichnungen für denselben fordern könnte. Der Talk ist von verschiedener Färbung, heller und dunkler grünlich; vielleicht ist ein guter Theil des dunkleren als Chlorit zu bezeichnen, allein die Unterscheidung zwischen diesen beiden Mineralen, Talk und Chlorit, als Bestandtheilen des vorliegenden Gesteins ist ohne speziellere Untersuchung nicht leicht, und eine solche habe ich noch nicht vorgenommen. Der Quarz tritt in lamellaren oder linsenförmigen Partien auf, welchen sich die beiden andern Bestandtheile, Talk und Glimmer, in dünnen Lagen wechselnd anschmiegen.

Die lamellaren Quarzpartien sind zum Theil so dünn und schmal, daß man sie ohne genauere Betrachtung im Querbruche kaum erkennt; von diesen hat man alle Übergänge bis zu meterlangen, plump linsenförmigen Quarzkörpern. Am meisten bemerkt man wohl die sehr zahlreichen Linsen von ca. 10—30 cm; der weiße Quarz derselben hebt sich schon aus einiger Entfernung von dem dunklen Schiefer ab (Fig. 4).

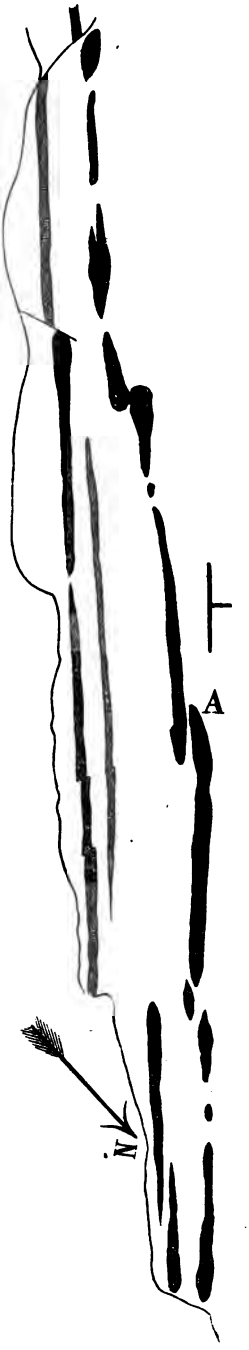


Fig. 3. Gneißlagen in quarzführendem Talkglimmerschiefer. Südlich von Tilleviken bei Osören.

Digitized by Google

Diese drei Bestandtheile, welche das in Rede stehende Gestein zusammensetzen, treten an verschiedenen Orten in ziemlich wechselndem Verhältnis auf, sodaß sowohl reiner Quarzschiefer, wie auch reiner Muskovitschiefer vorkommen.

Am Strande zwischen Kuviken und Tilleviken, wo im Gestein einige Gneißeinlagerungen auftreten, habe ich das Verhalten näher studirt. Figur 3 stellt einen Theil des Strandes dar. Man bemerkt an den nackten, ziemlich steilen Klippen außen gegen das Meer mehrere Gneißlagen, die gleichsam auseinander gerissen erscheinen. Die einzelnen Theile erscheinen gegeneinander verschoben, hier zusammengedrückt, dort wiederum aufgeschwollen.

Der quarzführende Talkglimmerschiefer zeigt an dieser Stelle 70° Einfallen gegen NW.; er erscheint schwach gewellt und mit zahlreichen Quarzlinsen erfüllt; Talk und Glimmer, die hier eine bräunliche Färbung zeigen, treten in wechselnder Menge auf. Ein Theil des Gesteins ist sicherlich chlorithaltig; zum Theil auch ist es bituminös und nähert sich in seinem Aussehen einem schwarzen glänzenden Thonschiefer mit Rostflecken auf den Schieferungsflächen. Quarz in feineren Lamellen als integrirender

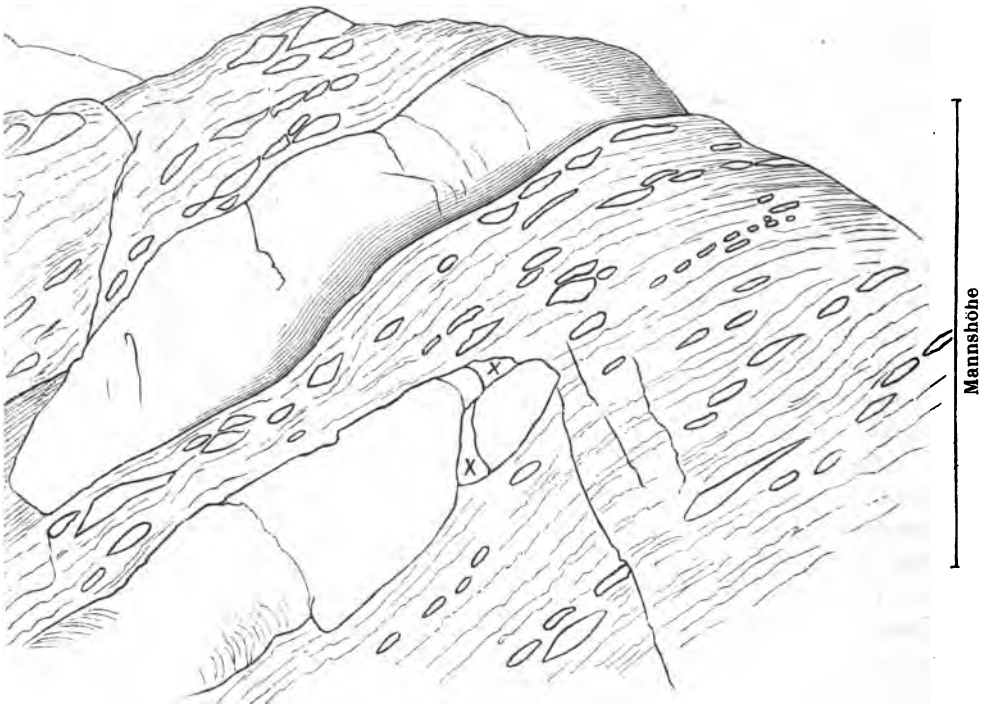


Fig. 4. Klippen bei A der vorigen Figur. Gneiß in Talkglimmerschiefer mit Quarzlinsen.
X Quarz im Gneiss.

Digitized by Google

Bestandtheil des Gesteins ist nicht gerade häufig vorhanden; wie zahlreich dagegen die größeren Quarzlinsen sind, die einen ziemlich grobkörnigen Quarz zeigen, erhellt aus der vorstehenden Figur 4.

Der Gneiß ist glimmerarm, grau und feinkörnig; die untere, dem Meere nächste Einlagerung ist indeß doch ein wenig grobkörniger als die andere; im übrigen erscheint der Gneiß gleichartig und infolge der Armuth an Glimmer ohne sonderlich hervorragende Parallelstruktur; ein besonders eigenthümliches Verhalten am Kontakt mit dem Talkglimmerschiefer wurde nicht bemerkt. Auch im Gneiß treten hier und da ansehnliche Quarzpartien auf; sie erscheinen hier ziemlich deutlich als eine für sich erfolgte Bildung in wohl begrenzten Spalten und Hohlräumen; der in größerem Maße auftretende Quarz ist also kein eigentlicher Bestandtheil vom Gneiß. Ich denke mir ihn aber doch, sowohl hier, wie im Schiefer, als primär, das heißt als eine bei der molekularen Umordnung der ursprünglichen Bestandtheile zur selben Zeit, als das Gestein sein nunmehriges Aussehen erhielt, erfolgte Bildung. Was den Talkglimmerschiefer betrifft, so halte ich denselben für ein metamorphisches Produkt, wahrscheinlich von thonhaltigem Sand. Die Annahme, daß dieses Gestein einstmals eine große Menge Hohlräume gehabt habe, in welchen durchsickernde Lösungen im Lauf der Zeiten Quarz abgesetzt hätten, erscheint mir als ganz undenkbar (der Übergang von den feinen Lamellen, die ein Bestandtheil des Talkglimmerschiefers sind, zu den großen Linsenkörpern ist augenscheinlich); auch müßten dann die Hohlräume ein größeres Volumen als der Niederschlag eingenommen haben. Die Idee, daß die Quarzlinsen ursprünglich Gerölle (im Meer) gewesen seien, wäre eine annehmbarere; doch widerspricht dieser die Übereinstimmung, welche stattfindet zwischen dem Quarz in den unregelmäßigen Hohlräumen und den Spalten im Gneiß und demjenigen im Schiefer. Es bleibt weiter keine Annahme, als daß der Ursprung für beide derselbe sei; die Form der Aussonderung dagegen ist verschieden; nur für den Schiefer ist die Linsenform charakteristisch.

In Moldevigen kommen ebenso ein paar ungefähr $^1/_2$ m mächtige Gneißeinlagerungen vor, ähnlich den eben beschriebenen. Hier ist das Gestein theilweise am Kontakt zu einer, wenige Centimeter breiten schiefrigen Varietät entwickelt, die meist glimmerreicher ist, sich aber sonst in der Textur nicht unterscheidet; diese Erscheinung tritt zuweilen nur an der einen Seite der Einlagerung auf. Über den Gneißlagen kommt hier eine Partie von feinkörnigem, mit Quarz gemischtem Magnetkies vor; im Maximum zeigt dieselbe $^1/_4$ m Breite und läßt sich auf 10 m Länge in der Streichrichtung des Schiefers verfolgen.

An der Küste weiter östlich, südlich vor Moldevigen, herrscht theilweise der Quarz vor den übrigen Bestandtheilen des Gesteins vor; man

Digitized by Google

erhält so einen Quarzit, der als accessorischen Gemengtheil etwas Talk führt; auf der Karte ist er mit *Kv* bezeichnet.

Endlich mögen hier noch die Sandholmen, südlich vor Osören, erwähnt werden. Sie bestehen aus glimmerarmem, röthlichem Gneiß mit Zwischenlagerungen von Hornblendeschiefer, einfallend gegen NO.

Südliche Schichtenreihe von Dioritschiefer und verwandten Gesteinen.

Über dem Talkglimmerschiefer folgt eine Reihe von grünlichen Gesteinen, in welchen Hornblende den vorherrschenden Bestandtheil bildet. Die Gesteine sind theils in höherem oder minderem Grade schiefrig, theils auch massig ohne Schieferung; zumeist erscheinen sie feinkörnig bis dicht. Als integrirender Bestandtheil tritt neben der Hornblende auch Feldspath auf. Ich habe sie vorläufig als Diorit, Dioritschiefer, Hornblendeschiefer und Grünschiefer klassifizirt.

Die mehr dünnschiefrigen Varietäten des Hornblendeschiefers und die für das unbewaffnete Auge dichten Grünschiefer sind reich an Chlorit. Ein gelblicher Schein, welchen mehrere Varietäten haben, rührt vermuthlich von einer Beimengung von Epidot her; Knauern von reinem Epidot wurden beobachtet. Die unregelmäßig körnigen Gesteine scheinen gern in Knollen oder auch noch größeren Partien vorzukommen, an deren Grenzen dann die anstoßenden Schiefer sich schmiegen.

Die hornblendereichen Gesteine enthalten zahlreiche Lagen von feinkörnigem Gneiß, der arm an Glimmer ist; daher ist die Parallelstruktur des Gneißes immer wenig ausgeprägt, zum Theil erscheint derselbe auch ganz unregelmäßig körnig. In der Regel sieht man keine Schichtung oder Lagerung innerhalb der Gneißeinlagerungen.

Ich bin einigermaßen im Zweifel gewesen, ob dieser Gneiß nicht vielleicht eruptiv, die richtige Bezeichnung dafür also nicht »Granit« wäre; was mich trotz des oft granitartigen Aussehens doch zu der Anschauung gebracht hat, daß man es mit Gneiß zu thun habe, ist Folgendes. Außer den großen auf der Karte dargestellten Partien kommen auch ganz schmale Linsen und Lamellen von ganz gleicher petrographischer Beschaffenheit vor, welche meiner Ansicht nach nur als regelmäßige Einlagerungen aufgefaßt werden können; ferner zeigen die behandelten Gneißmassen kein besonderes Verhalten an den Kontaktflächen mit den Schiefern, wie Feinkörnigkeit oder Veränderung des Nebengesteins.

Ein besonders auffälliger krystallinischer Schiefer ist der Granulit; er besteht aus dichtem, an der Oberfläche weißem, nach innen graulichem Feldspath, dem Quarz beigemengt ist. Er enthält, mehr oder weniger reich-

Digitized by Google

lich, säulenförmige Hornblendekrystalle, die oft der Lagerung einigermaßen parallel angeordnet sind. Sehr häufig ist Granat als accessorischer Bestandtheil.

Gehen wir jetzt zur Betrachtung einzelner Lokalitäten über. Der Hornblendeschiefer (*hbl* Fig. 5 links), den man antrifft, wenn man von Särvold (südwestlich auf der Karte) südwärts wandert, schließt zunächst eine schwache Gneißlage ein, und dann in einem kleinen, von der See ausgehenden Thale ein außen helles, inwendig graues Gestein, das Hornblendekrystalle eingesprengt zeigt und wohl als Granulit zu bezeichnen ist. Weiter südlich trifft man auf Konglomerate, wie sie im nächsten Abschnitt beschrieben werden sollen.

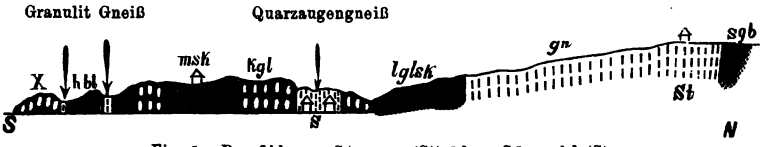


Fig. 5. Profil von Storum (St) über Särvold (S).
hbl Hornblendeschiefer. — *msk* Muskovitschiefer. — *kgl* Konglomerat, bei X gegen 70° und steiler nach SO einfallend. — *lglsk* Thonglimmerschiefer. — *gn* Gneiß. — *sgb* Saussuritgabbro.

Nahe nordöstlich von Tilleviken geht eine kleine Bucht einwärts; ich studirte dort das Gestein im Detail, um ein Beispiel anführen zu können, wie der Hornblendeschiefer und die mit demselben vorkommenden Felsarten auftreten.

Wir wollen zunächst die kleine Klippe betrachten, welche die nordöstliche Seite der Bucht bildet (Fig. 6). Zur Rechten haben wir dunkelgrünliche Gesteine, Hornblendeschiefer, Chloritschiefer; darüber folgen helle weißliche Gesteine, Gneiß und Granulit.

Der Granulit sei hier etwas näher beschrieben; in Figur 7 ist typischer Granulit dargestellt. In einer weißen, feinkörnigen, beinahe dichten Grundmasse sind Granaten und grünliche Hornblendeindividuen vertheilt. Ferner erkennt man eine verschwommene Lagerung, durch geringeren oder größeren Chloritgehalt hervorgerufen, die sich aber nicht weiter als $^1/_2$ oder vielleicht 1 m in der Streichrichtung verfolgen läßt; X bezeichnet eine dünne Linse feinkörnigen Quarzes; andere, die in verschwindender Stärke auftreten, sind weggelassen. An manchen Stellen sind Granaten weniger zahlreich, als in der Abbildung ersichtlich, ja sie können vollständig verschwinden; die Hornblendeindividuen sind dagegen überall vorhanden. Unter dem Mikroskope zeigt sich die Grundmasse als ein Gemisch von Quarz und Feldspath mit eingestreuten, dünn säulenförmigen Krystallen von Epidot. Einzelne Feldspathindividuen treten durch ihre Größe hervor; Zwillingsstreifung wurde nicht beobachtet.

Die in Figur 6 mit 4 bezeichnete Granulitschicht ist ungefähr 6 m mächtig. Der typische Granulit, wie er eben beschrieben wurde, bildet

Digitized by Google

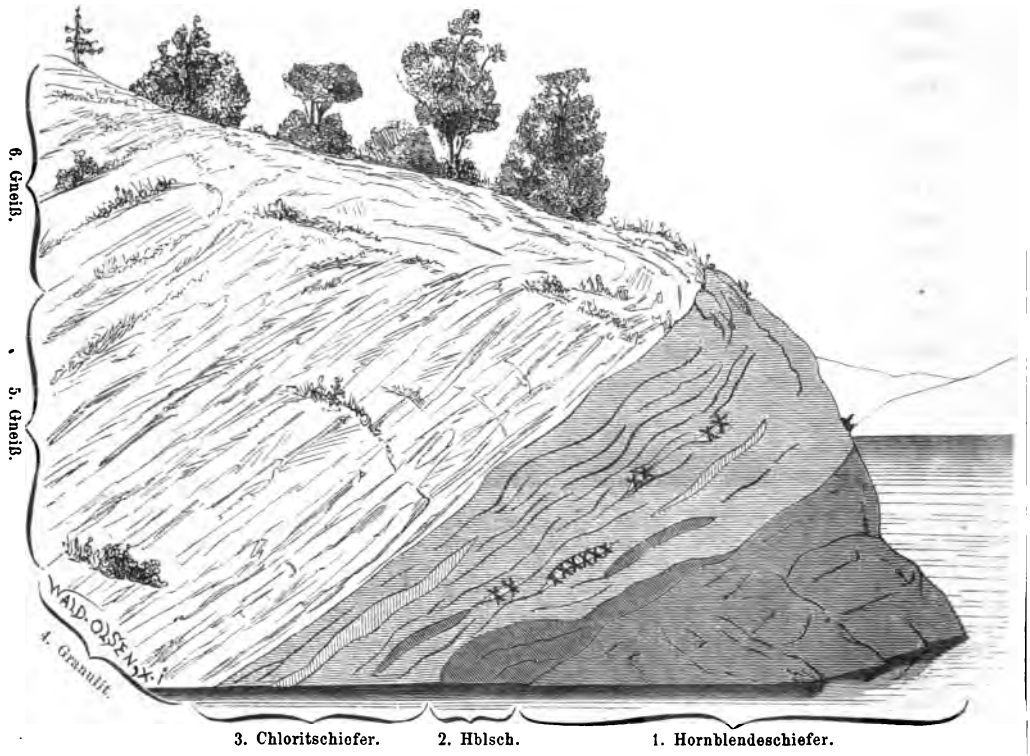


Fig. 6. Klippe nordöstlich von Tilleviken.

1. ein Feldspath- und Chlorit führender Hornblendeschiefer, der sich dadurch auszeichnet, daß er porphyrartig größere Feldspath- und Hornblende-Individuen enthält. — 2. Hornblendeschiefer. — 3. schwachgewellter Chloritschiefer mit Hornblendeschiefer (schräg schraffirt) und feinkörnigen glimmerarmen Gneißen (vertikal schraffirt) nebst Quarz in Knauern und Linsen (X X bezeichnet). — 4. Granulit. — 5. chloritreicher Gneiß. — 6. feinkörniger Gneiß, arm an Glimmer; der vorhandene Glimmer sowohl schwarz wie grünlich (etwa Chlorit).

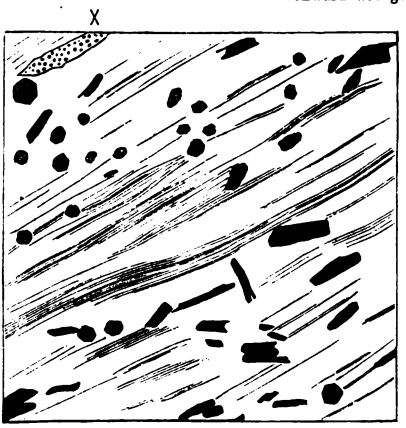


Fig. 7. Granulit (natürliche Größe).
Die rundlichen punktirten Körper sind bräunliche Granaten; die länglichen schraffirten dunkelgrüne Hornblendekrystalle.

darin Lagen von 1 m und mehr Stärke; mit demselben wechselnd in Lagen von etwa gleichen Dimensionen tritt eine andere Varietät auf, die keine Hornblende und Granatkrystalle führt, in welcher aber Chlorit reichlich vertreten ist.

Betrachten wir jetzt das Vorkommen auf der Südwestseite der erwähnten kleinen Bucht. Hier trifft man Hornblendeschiefer mit Gneißeinlagerungen und unmittelbar darüber feinkörnigen hellen Gneiß, ähnlich dem in Figur 6 mit 6 bezeichneten. Das Vorkommen auf beiden Seiten der

Digitized by Google

Bucht, die nicht viele Meter breit ist, ist also kein übereinstimmendes; es scheint, als habe hier eine Verrückung oder Biegung des Schichtenbaues stattgefunden. Der Hornblendeschiefer kommt in ziemlich steilen Lagen vor; eingelagert sind ihm etwas Chloritschiefer und Partien von reinem körnigen Hornblendefels, wie die Figur 8 zeigt.

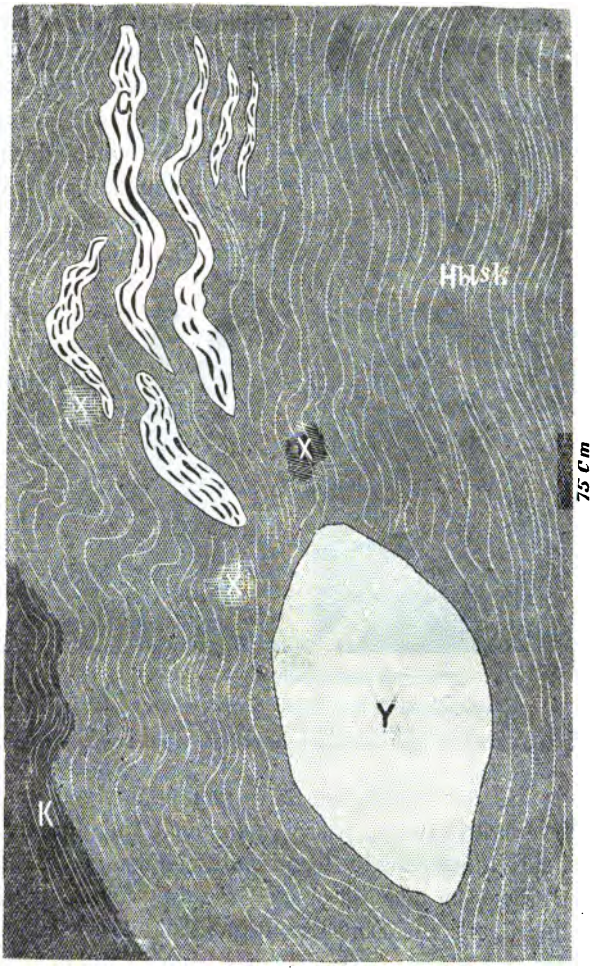


Fig. 8. Profil einer Partie von Hornblendeschiefer.
K Chloritschiefer. — *Hblsk* Hornblendeschiefer. — *G* Gneißlamellen. — *Y* Hornblendefels. — Die hellen Kreuze bezeichnen Knauern von feinkörnigem, grünem Epidot.

Die Schieferung des Hornblendeschiefers ist vornehmlich durch dünne Chlorithäute bedingt, welche das Gestein parallel der Lagerung durchziehen; außerdem treten weiter papier- bis pappdicke Lamellen hervor, welche wesentlich aus Feldspath und Chlorit bestehen und z. Th. auch Horn-

Digitized by Google

blendenadeln enthalten. Ein paar größere Lamellen, die ein gneißartiges Aussehen haben und sich hell vom dunklen Schiefer abheben, sind mit *G* bezeichnet.

Der abgebildete Klumpen Hornblendefels ist feinkörnig, nahezu dicht und hat einen gelblichen Schein. Unter dem Mikroskop sieht man stark dichroitische Hornblende, Epidot und etwas Kalkspath.

Was die auftretenden größeren Gneißlagen anlangt, so sind dieselben feinkörnig und enthalten nur wenig Glimmer (schwarzen Glimmer und Chlorit); an der Oberfläche erscheinen sie in Folge von Verwitterung weiß; ihre Stärke ist sehr variabel und schwankt oft bei derselben Lage zwischen $^1/_2$ und 2 m. Manchmal schwellen sie plötzlich an, an andern Stellen erscheinen sie völlig verdrückt. Diese Unregelmäßigkeiten schreiben sich, wie ich vermuthe, davon her, daß diese Gesteine einem großen Drucke ausgesetzt waren und unter demselben gewissermaßen plastisch geworden sind.

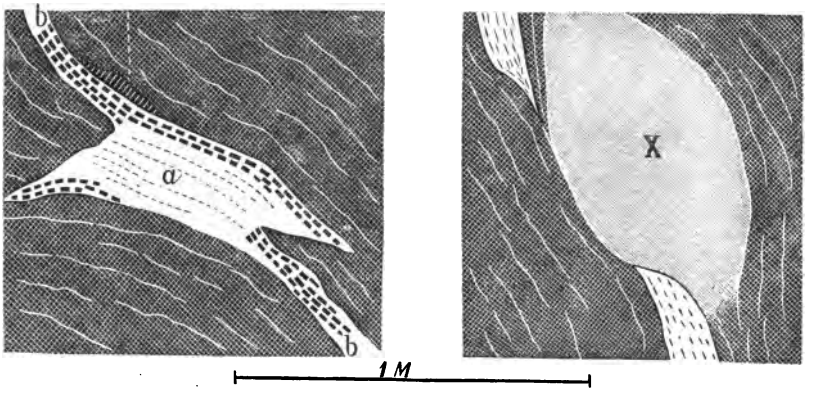


Fig. 9 und 10. Unregelmäßigkeiten der Gneißeinlagerungen im Hornblendeschiefer. *a* feinkörniger grauer Gneiß mit schwarzem Glimmer und Chlorit. — *b* Hornblendegneiß mit schmalen zierlichen Hornblendenadeln an Stelle von Glimmer. — *X* unregelmäßig körniger Hornblendefels.

Wenn man auf der westlichen Seite von Moldevigen landet und von hier gegen NW aufwärts steigt, passirt man auch Talkglimmerschiefer und eine Chloritschiefereinlagerung in Hornblendeschiefer. Dieser Chloritschiefer enthält wieder eine $^1/_2$ m mächtige Lage Granulit, wie den früher beschriebenen, aber ohne Granaten. Eine Eigenthümlichkeit desselben ist die, daß die parallel der Schieferung eingelagerten Hornblendekrystalle hier zu schmucken sternförmigen Rosetten von 3 bis 4 cm Durchmesser gruppirt sind.

Konglomerat mit verschiedenartigen Geröllen.

Das Gestein, zu welchem wir jetzt übergehen, nannte ich nach der Lokalität, nahe bei Osören und zwar westlich davon, wo ich es zuerst erkannte,

Digitized by Google

Moberg-Konglomerat, und werde ich der Kürze halber auch im Nachfolgenden von dieser Bezeichnung Gebrauch machen. Es besteht aus Gerölle verschiedener Gesteine, vornehmlich mehreren hornblendereichen, wie Diorit und Hornblendeschiefer; außerdem solchem von Gneiß, glimmerarmem Granit, einem epidotfelsartigen Gestein und zeitweise einzelnen Geröllen von Quarzit und Kalkstein. Das Konglomerat ist einem starken Drucke ausgesetzt gewesen, welcher bewirkt hat, daß alle Bestandtheile flach gedrückt erscheinen. Dies in Verbindung mit einer späteren Bildung von Mineralen, hauptsächlich Glimmer und Chlorit, hat dem Gestein ein ganz eigenthümliches Aussehen gegeben. Die Gerölle, die zum Theil beinahe ineinander gepreßt liegen, besitzen oft ihre früheren scharfen Umrisse nicht mehr; namentlich gilt das von den verschiedenen hornblendereichen Gesteinen. Zeitweise ist das Konglomerat in dem Grade gepreßt, daß die Gerölle zu flachen Scheiben und dünnen Lamellen wurden. Kommen nun reichliche Glimmerausscheidungen gleichzeitig dazu, so nimmt es einen derartig schiefrigen Charakter an, daß man glauben könnte, es mit einer Spezies von Glimmerschiefer zu thun zu haben. Verschiedene Umstände belehren uns jedoch über seine wahre Natur; es hat einen bestimmten Platz in der Lagerungsfolge; in der Streichrichtung kann man seinen Übergang in deutliches Konglomerat verfolgen; bei einigermaßen geübtem Blicke kann man es auch unmittelbar noch als Konglomerat erkennen.

Das Moberg-Konglomerat tritt bei Osören vornehmlich in zwei Lagen auf, einer mächtigeren unter und einer schwächeren über dem Gestein, das im nächsten Abschnitt betrachtet werden soll, dem Quarzaugengneiß. Gegen SW, in dem über Saervold gelegten Profile (Fig. 5), wo die Schichten vertikal stehen, hat man das Konglomerat in drei Niveaus, oder wenn man will, in vier, indem das mittelste durch eine Zwischenlagerung von Moskovitschiefer nochmals getheilt wird. Ich bin übrigens geneigt anzunehmen, daß dieser Schiefer aus einem Trümmergestein, einem Konglomerat hervorgegangen ist. Ich habe jedoch das Vorkommen an dieser Stelle nicht genauer untersuchen können.

Etwas weiter landeinwärts überschreitet man folgende Schichten, indem man in nordwestlicher Richtung und damit senkrecht gegen das Streichen der Schichten wandert. Vom Hornblendschiefer mit seinen Gneißeinlagerungen kommt man über ein wenig mächtiges, sehr flach zusammengedrücktes Moberg-Konglomerat, darnach über Muskovitschiefer, hinter welchem abermals Moberg-Konglomerat folgt. In demselben ist beim Schulhause des Bauerhofes Lekven etwas ausgearbeitet und hat man hier gute Gelegenheit, seine Natur zu studiren.

Die Gerölle, die das Konglomerat zusammensetzen, sind meist ganz klein; nur wenige erreichen eine Länge von 10 cm; es besteht also eigentlich mehr aus Grus als aus Steinen. Das Gestein erscheint dickschiefrig in

Digitized by Google

Folge reichlich beigemengten dunklen Glimmers, der gewissermaßen eine Grundmasse für die darinliegenden Steine bildet. Die Schieferungsflächen sind so reichlich mit Glimmer überzogen, daß ein Handstück davon auf beiden Seiten wie Glimmerschiefer aussieht; im Querbruch sieht man die Gerölle, welche an den Kanten zugeschärft sind und im Längsschnitte eine oft sehr langgestreckte Spindelform zeigen; ein oder der andere Stein dazwischen hat auch eine mehr runde Form behalten. Man unterscheidet hauptsächlich eine Art dunkler und eine andre heller Steine. Die ersteren sind zumeist feinkörnige Hornblendeschiefer, vielfach mit dunklem Glimmer; die anderen sind dichte, etwas gelbliche Gesteine, welche man für dichten Feldspath, vielleicht mit etwas Epidot halten kann. Außerdem finden sich weißliche und röthliche dichte Steine, die man für dichte Felsite halten kann; ferner kommen verschiedene Steine vor von weißem Gneiß, Granit mit schwarzem Glimmer und hie und da auch von körnigem Kalkstein.

Nach diesem Konglomerat folgen einige Meter nicht näher untersuchter Gesteine. Vermuthlich sind es polygene, flachgedrückte Konglomerate, wechselnd mit Glimmerschiefer und einem gneißähnlichen Gestein, das ein gepreßtes Konglomerat von ausschließlich Gneißgeröll zu sein scheint. Hierauf folgt ein guter grauer Gneiß.

Da, wo der Weg nach Osören sich in einen Weg nach Tuen und einen andern nach Lekven gabelt, ist die Mächtigkeit des Konglomerats über dem Quarzaugengneiß 6 m. Der Weg bildet weiter gegen NO ziemlich genau die Grenze zwischen Thonglimmerschiefer und dem schmalen Konglomeratstreifen; er ist hier auffällig zusammengepreßt und sieht aus wie ein dünnschiefriger Schiefer. Bei Mobergvold nimmt die Mächtigkeit dieses Konglomerates bis gegen 20 m zu, dabei verschwindet aber der Schiefercharakter. Jedoch ist das nicht der Fall mit dem zunächst (bis ca. 2 m) über dem Quarzaugengneiß liegenden Theil. Die Gerölle sind hier in hohem Grade ausgewalzt und dabei flach gewellt, wie es in Figur 11 dargestellt ist, welche einen Querschnitt durch einen kleinen Theil dieses Konglomerats zeigt. Man erkennt darin Gneiß (*gn*) mit schwarzem Glimmer (das vertikal schraffirte darin ist Quarz im Gneiß), Hornblendeschiefer (*hbl*), feinkörniges Feldspathgestein mit ein wenig Hornblende (*a*), ferner Gesteine, aus einem Gemisch von Feldspath und Hornblende bestehend. In einigen von ihnen ist Hornblende überwiegend, also Hornblendeschiefer mit untergeordneten, äußerst dünnen Feldspathlamellen (*b*), in anderen hat man schiefrige Gemische von Hornblende und Feldspath zu ziemlich gleichen Theilen (*c*).

Die Grenze dieses Konglomerats gegen den unterliegenden Quarzaugengneiß ist sehr scharf; theilweise sind auch Bruchstücke dieses charakteristischen Gesteins in ihm eingeschlossen.

Das Moberg-Konglomerat unter dem Quarzaugengneiß ist an dieser

Digitized by Google

Stelle ungefähr 90 m mächtig; eine schmale Zone Muskovitschiefer tritt darin auf, welche landschaftlich durch reichen Baumwuchs ausgezeichnet ist. Die untere Partie des Konglomerats ist in so hohem Grade zusammengedrückt, daß man beinahe glauben könnte, einen Hornblendeschiefer vor sich zu haben, wenn die hornblendereichen Gesteine, oder einen Gneiß, wenn die glimmerreichen vorherrschen. Einzelne Gerölle, namentlich eines gabbroähnlichen und eines epidotfelsähnlichen Gesteins, haben jedoch eine weniger längliche Form behalten.

Fig. 11. Konglomerat, zu einem schiefrigen flach gewellten Gestein zusammengedrückt. Natürliche Größe. Mobergvold.
gn Gneiß. — *hbl* Hornblendeschiefer. — *a*, *b*, *c* Gesteine, aus Feldspath und Hornblende in verschiedenen Mischungen bestehend; in *a* ist Feldspath vorherrschend, in *b* Hornblende, in *c* sind beide ziemlich gleichwerthig.

Selbst im Hornblendeschiefer, wenigstens in einem Gestein, welches ich unter andern Umständen ohne Bedenken als solchen bezeichnen würde, sieht man Lamellen, welche man für ausgewalzte Gerölle halten könnte; vielleicht ist auch der in Figur 10 bezeichnete Gneiß eine solche Bildung. Wie dem auch sei, so findet doch zuweilen ein Übergang statt zwischen dem zusammengedrückten Konglomerat, das reich ist an Hornblendegesteinen, und dem typischen Hornblendeschiefer. Wir betreten hier ein schwieriges Terrain; und ich spreche natürlich nur meine eigene Vermuthung aus, wenn ich sage, daß die feinen Gneißlamellen im Hornblendeschiefer ausgewalzte Gerölle sind. Legt man ein Handstück vom Hornblendeschiefer vor Jemand hin, so wird es ihm schwerlich möglich sein, das Gerölle als solchen zu erkennen; selbst die mehr typischen, stark ausgewalz-

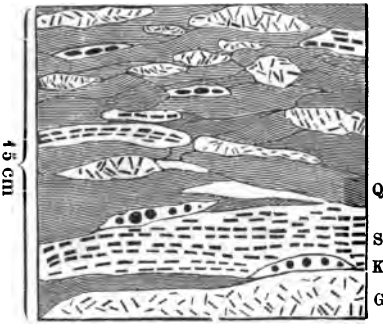


Fig. 12. Gepreßtes Konglomerat mit gequetschten Geröllen. Indre Moberg.
Die fein schraffirten, nicht speziell benannten Gesteine sind Hornblendeschiefer in mehreren Varietäten; die Grenzen zwischen denselben sind wenig deutlich.

Digitized by Google

ten Konglomerate wird es schwierig sein, aus jeden beliebigen Handstücken zu bestimmen. Diese Gesteine werden behufs ihrer Bestimmung am besten an ihrer Fundstelle beobachtet.

Bei Indre Moberg hat das gepreßte Konglomerat ein Aussehen wie Figur 12 zeigt. — Weiter gegen NO wird die obere Konglomeratlage weniger mächtig, ja verschwindet zum Theil vollständig.

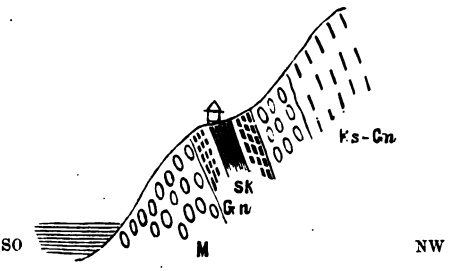


Fig. 13. Profil bei Lien, nordöstlich von Hatviken.

M Moberg-Konglomerat. — *Gn* grauer, feinkörniger, leicht verwitternder Gneiß mit hellem Glimmer. — *Sk* schwarzer, glänzender Thonschiefer. — *Ks-Gn* Quarzaugengneiß.

Nordöstlich von Hatviken beim Bauerhof Lien (außerhalb unserer Karte) nähert sich das untere Moberg-Konglomerat dem Meere. Hier hat man das folgende Profil, das glänzende Thonschiefer und Gneiß mitten im Konglomerat zeigt.

Etwas weiter nordöstlich von dieser Lokalität kann man am Meere nochmals im Konglomerat eine Einlagerung von feinkörnigem grauen Gneiß beobachten (Figur 14). Rein petrographisch betrachtet, sieht er eigentlich mehr wie ein Granit aus, indem er nur zum Theil Parallelstruktur zeigt. In diesem Falle sind die Glimmerblättchen nicht parallel den Lagerungsflächen des Gesteins, sondern in andern Richtungen geordnet.

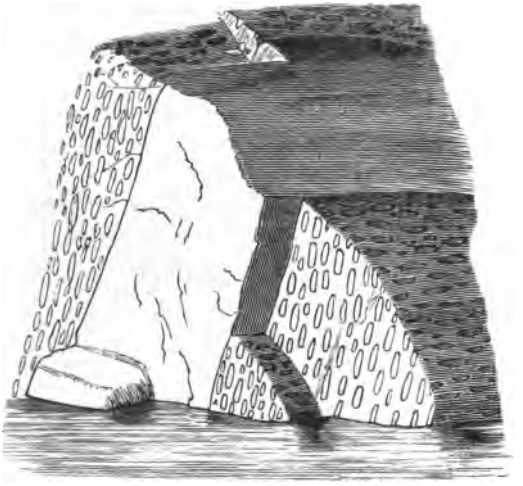


Fig. 14. Feinkörniger grauer Gneiß in gepreßtem Konglomerat. Lien am Samnangerfjord.

Noch weiter nordöstlich sieht man im Konglomerat eine auffällig gefaltete Gneißlage.

Digitized by Google

Quarzaugengneifs.

»Gneiß von Ous« nannte Naumann dieses Gestein; Hiortdahl und Irgens bezeichneten es mit Quarztalkschiefer. Der typische Quarzaugengneiß ist ein charakteristisches, leicht wiederzuerkennendes Gestein. Die Figur 15 ist von einer verwitterten, senkrechten Gebirgswand, die der Fallrichtung parallel geht; die Struktur des Gesteins ist deutlich zu erkennen. Die Augen bestehen aus weißlichem Quarz und sind theils körnig, aus kleinen Individuen zusammengesetzt, zeigen aber zuweilen auch größere individualisirte Partien. Der Rest des Gesteins ist wesentlich ein heller, grünlich gelber, feinkörniger bis dichter Feldspath. Manchmal sieht man auch ein größeres Individuum, das Spaltungsflächen und unter der Lupe Zwillingsstreifung zeigt. Der Feldspath ist von dünnen Chlorithäuten durchzogen, an deren Stelle auch zuweilen schwarzer Glimmer auftritt, im Verein mit wenig weißem Glimmer. Diese Chlorit- und Glimmerhäute schmiegen sich den Quarzaugen an, wie dies die Figur 15 erkennen läßt.

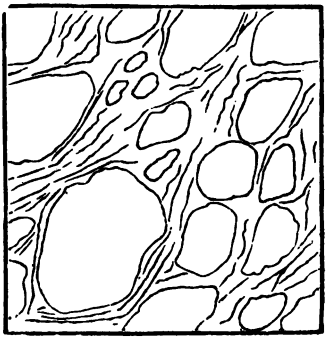


Fig. 15. Quarzaugengneiß bei der Kirche von Os. Natürliche Größe.

Durch die Verwitterung heben sich die Quarzkörner auf der Gesteinsoberfläche mehr und mehr hervor. Bisweilen zeigt diese Oberfläche noch gut erhaltene ebene Flächen, welche die Überreste von durch Verwitterung zerstörten Schlifflächen darstellen.

Der Quarzaugengneiß zwischen Osören und Moberg wurde unter dem Mikroskop beobachtet. Der Quarz ist aggregatpolarisirend und enthält verschieden geformte Flüssigkeitseinschlüsse mit Gasbläschen; diese stehen zur Flüssigkeit in verschiedenen Größenverhältnissen, bisweilen scheint die letztere ganz zurückzutreten. Die Bläschen sind meist unbeweglich, zeigen jedoch zuweilen freiwillige Bewegung, manchmal sogar schnelles Tanzen.

Der Feldspath zeigt in einzelnen Fällen Zwillingsstreifung; bei andern Individuen, wo dies nicht der Fall, ist wohl Orthoklas zu vermuthen. Zum allergrößten Theile ist der Feldspath erfüllt, ja zum Theil so gut wie verdrängt durch ein schwach grünlich-gelbes Mineral, das in dünnen, kreuz und quer liegenden Säulchen auskrystallisirt und ohne Zweifel Epidot ist. Manchmal sieht man auch Quarzstreifen abwechseln mit solchen, die aus lauter Individuen dieses Epidots zusammengesetzt sind, und dann sind die Säulchen parallel dieser Streifung angeordnet.

Digitized by Google

Fast aller Gneiß, der zwischen den beiden Schichten von Moberg-Konglomerat vorkommt, ist von der hier beschriebenen Art, kann jedoch in der Korngröße etwas variiren. Der Quarzaugengneiß erscheint in der Gegend, die unsere beigefügte Karte enthält, überall ziemlich gleichförmig, man sieht wohl die Parallelstruktur, aber keine Schichtung.

Nördlich vom Bauerhof Lekven kommt kein Augengneiß vor, dagegen aber eine andere ziemlich mächtige, glimmerarme, helle Gneißart, deren Parallelstruktur in Folge Glimmerarmuth wenig ausgeprägt ist. Die Grenze zwischen Quarzaugengneiß und dem darüber liegenden Konglomerat war bei Mobergvold frisch entblößt zu sehen; sie war sehr scharf, bot aber nichts besonderes dar.

Das ist jedoch an einer andern Stelle der Fall, bei den zum Hofe Röd gehörigen Bootsschuppen, den Rödshellen, nördlich von Hatviken (außerhalb der Karte). In den dortigen Strandklippen findet man eine gut entblößte Grenze zwischen Moberg-Konglomerat und überlagerndem typischem Augengneiß. Am Kontakt zeigt der letztere ein eigenthümliches Aussehen, indem kleine Partien desselben sich als besondere Körper abgetrennt haben; man empfängt hier den Eindruck, als ob diese Aussonderungen zusammengepreßtes Gerölle wären und der Quarzaugengneiß also auch ein Trümmer-Gestein.

Südliche Thonglimmerschieferzone.

Der Thonglimmerschiefer tritt hauptsächlich in zwei Zonen auf, welche beide fossilführend sind. Da die petrographische Beschaffenheit in der Hauptsache in beiden Zonen dieselbe ist, soll sie hier unter einem besprochen werden. Alle hierhergehörenden Gesteine sind dünnschiefrig; man hat dunkle, matte, kaum schimmernde Schiefer und andererseits schwarze und graue glänzende Schiefer; letztere werden mehr und mehr glimmerführend und zuletzt vollständige Muskovitschiefer. Diese Gesteine, von denen mehrere Varietäten im Folgenden besprochen werden sollen, sind fast überall fein gefaltet. Schlägt man ein Handstück, so ist die Schieferungsfläche nicht eben, sondern zeigt eine ganze Zahl schmaler, länglicher Wellenrücken neben einander. Manchmal sieht man mehrere Faltensysteme, die einander kreuzen; das eine kann beispielsweise als eine ganz feine Wellung auftreten, die ein System größerer Faltungen unter einem Winkel schneidet. Diese kleinen Wellen oder Falten sind zuweilen auf einer Seite steiler als auf der andern und gleichen in dieser Hinsicht den Wellen auf dem Wasser, die vom Winde getrieben werden.

Krystallinischer Kalk, meist von grauer Farbe, kommt auf verschiedene Weise in den Schiefern vor.

Bei Mobergvold sieht man etwas Sandstein zwischen dem Thonschiefer

Digitized by Google

und dem unterliegenden Konglomerat. Man hat dort an einer Stelle Steine gebrochen, und in diesem Bruche kommt in schwarzem, glänzendem Thonschiefer eine $^1/_2$m dicke Lage von grauem, feinkörnigem Gneiß (der Feldspath zum Theil Plagioklas, der Glimmer, meist Kaliglimmer, Magnesiaglimmer spärlich) vor, 65° gegen WNW einfallend. Am Liegenden des Gneißes hat man etwas weichen, topfsteinartigen Schiefer, desgleichen am Hangenden; unmittelbar darüber kommt Thonschiefer mit flachen Kalkknollen. Der Gneiß muß, nach den Umgebungen zu urtheilen, ziemlich hoch über dem Mobergkonglomerat im Thonschiefer liegen.

Bei Indre Moberg wurde ein grauer, glänzender Schiefer gebrochen, der in Säuren braust; makroskopisch ist es ein Thonglimmerschiefer, der Schwefelkies enthält und eine zierliche Fältelung zeigt. Unter dem Mikroskop beobachtete man als Bestandtheile Plagioklas (und wohl auch Orthoklas), Quarz, Kalkspath und hellen Glimmer nebst etwas Epidot und Titanit (?). Der Kalkspath kommt in unregelmäßig begrenzten Partien vor und scheint gleichsam Hohlräume im Gestein auszufüllen. Dieser Thonglimmerschiefer kann nach seinem mikroskopischen Aussehen als ein sehr feinkörniger, kalkspathhaltiger Gneiß charakterisirt werden.

Der unterste Theil der Schiefer bei Kuven führt Quarzlinsen, welche den früher beim Talkglimmerschiefer beschriebenen und abgebildeten gleichen. Beim selben Bauerhofe kommt, eingelagert in dunklem, versteinerungsführendem Schiefer, eine Lage Kalkmuskovitschiefer vor, der auf den Schieferungsflächen schwach gewellt und siberglänzend ist, während er im Querbruche mehr wie ein körniger Kalkstein aussieht. Unter dem Mikroskop erkennt man außer den Hauptbestandtheilen noch Quarz und eingestreute, meist mit Muskovit zusammenliegende, bräunlich gelbe, stark lichtbrechende Säulenkrystalle. Dieselben, aller Wahrscheinlichkeit nach von Rutil, sind sehr häufig zu zwei zusammengewachsen, niedliche, knieförmige Zwillinge bildend.

Außer den auf der Karte ersichtlichen zwei großen Kalklagen führt der höher liegende Theil des Schiefers an mehreren Stellen kleinere Kalkknollen, in welchen zuweilen Fossilien gefunden werden; es sind Becherkorallen, theilweise anscheinend in einem ästigen Stock auftretend, ferner Kettenkorallen und Syringophyllum organum; sie erscheinen, wie dies übrigens bei den Fossilien der ganzen Gegend der Fall ist, durch Druckwirkung deformirt. An den nördlich vom Bauerhofe Os liegenden Plätzen Grinden und Utgjerde kommen zwei Kalklager vor; zwischen denselben setzt eine Schicht von mit Kalk erfülltem, grünlichem Talkschiefer auf; in der Nähe erkennt man Korallen; auch bei Oselven führt der Kalk deutliche Kettenkorallen und Syringophyllum.

Bei Valle tritt eine ziemlich mächtige, lothrecht stehende, gegen NO streichende Kalkschicht auf, welche mit Lamellen von hellem Glimmer oder

Digitized by Google

Thonglimmerschiefer durchzogen ist. Figur 16, die zwar nicht von Valle, sondern von einer weiter aufwärts im selben Thale liegenden Stelle ist, zeigt einen Querschnitt durch solche Lamellen. Auf den Spaltungsflächen derselben findet man ein Mineral, wahrscheinlich Andalusit, in der sogenannten »Garben«-Form. Der Kalk erscheint theils kleinkörnig, dunkelgraulich mit weißen Zeichnungen von Fossil-Querschnitten (Gastropoden, darunter eine Murchisonia oder Subulites, Kettenkorallen, einzelne Becherkorallen), theils mehr grobkörnig, hell, mit dunklen Flammen; in dieser letzteren Varietät sind die Versteinerungen weniger deutlich.

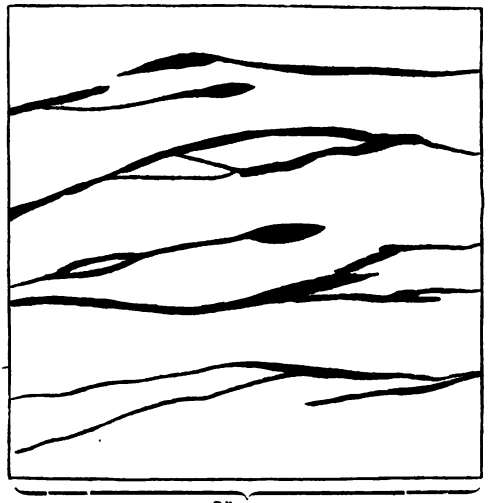


Fig. 16. Lamellen von Thonglimmerschiefer in grauem krystallinischem Kalkstein. Heglandsdalen.

Chloritreicher Sparagmit.

Die typische Varietät besteht aus Bruchstücken von meist feinkörnigen, grünlichen, schwer bestimmbaren Gesteinen; das ganze Gestein ist mit Chlorit durchsetzt, begleitet von dunklem, schuppigem Glimmer. Diese beiden Minerale konstituiren nicht allein die Grundmasse, sondern treten auch vielfach in den einzelnen Bruchstücken auf, die dadurch ziemlich verschwimmende Grenzen erhalten. Da nun die Bruchstücke meist aus feinkörnigen Gesteinen bestehen und ziemlich klein sind, so ist es begreiflich, daß das Gestein oft schwierig zu erkennen ist; auf den Schichtungsflächen bekommt man manchmal nur eine glänzende Chlorithaut zu sehen.

Die erste Lokalität, wo ich auf dieses Gestein stieß, war ein kleiner Steinbruch nördlich von Kuven. Dasselbe, welches ich für einen eigenthümlichen Gneiß halte, bietet eine graulich grüne Grundmasse dar, in der man Quarz erkennen und Feldspath errathen kann, aber eine Bruchstückstruktur ist auf den ersten Blick kaum zu vermuthen. Das Gestein enthält ferner schwarzen, schuppigen Glimmer, dessen Anordnung dem Gestein eine unzweifelhafte Parallelstruktur ertheilt. Feinkörnige, beinahe dichte und grobkörnigere Lagen wechseln mit einander: die parallelen schwarzen, auch bräunlichen Glimmerschuppen scheinen theilweise die Lagerung unter einem spitzen Winkel zu schneiden.

Digitized by Google

Doch nicht alle in der hier behandelten Zone auftretenden Gesteine sind schwierig zu erkennen. Theilweise kommen deutliche Konglomerate vor, deren Steine meist flach gedrückt sind; schwarzer Glimmer spielt hier augenscheinlich dieselbe Rolle, wie die Hornblendekrystalle im Konglomerat von Hagevik, das wir später beschreiben werden. Andererseits treten auch Gesteine auf, die ich vorläufig nicht anders als chloritische Schiefer zu bezeichnen weiß; an einzelnen Stellen kommt wiederum ein Bruchstück-Gestein vor, nicht mit Chlorit durchsetzt, sondern mit einem helleren Mineral, wohl Talk; bei Lundetrae hat man Muskovitschiefer mit Granat.

Wie man auf der Karte erkennt, keilt die in Rede stehende Sparagmitzone gegen SW aus. Ich habe mir die Möglichkeit gedacht, daß ein Theil der dortigen Gneiße derselben Lagerungsreihe angehören könnte, nur eine andere Fazies darstellend, habe jedoch in dieser Hinsicht das Verhalten nicht näher untersucht.

Zone mit kalkführendem Gneifs.

Unter dieser Bezeichnung habe ich den Gneiß zusammengefaßt, welcher dem Saussuritgabbro zunächst aufliegt. Eine Varietät, die dem Quarzaugengneiß ziemlich nahe zu stehen scheint und besonders charakteristisch ist, besteht aus dichtem gelbgrünen oder weißen Feldspath und Quarz, welcher letztere nur in untergeordneter Menge vorhanden ist und meist in kleinen, nicht scharf umgrenzten Körnern auftritt; die Parallelstruktur des Gesteins ist durch reichlich vorhandenen schwarzen, schuppigen Glimmer bedingt. Kalkgehalt wurde beim Bauerhofe Tuen, wo das Gestein mit Säuren braust, nachgewiesen.

Dieser Gneiß, der vom Feldspath eine gelblichgrüne Farbe bekommen hat, umfaßt die Zone von Ulvenvand gegen NO, bei Bergen vorüber. Im übrigen Theil dieses Gneißgebiets tritt er nicht allein auf, sondern zusammen mit grauen Gneißen, die schwarzen Glimmer führen. Die südwestlichste Stelle, wo ich die gelbgrüne Varietät beobachtet habe, liegt bei Indre Tuens Haus, wo schöne abgesprengte Blöcke davon vorkommen, die von anstehendem Gestein in der Nähe herrühren müssen. Unter dem Mikroskop zeigt der Feldspath nur ausnahmsweise Zwillingsstreifung, häufiger sieht man ihn aus zwei Individuen zusammengesetzt (Karlsbader Zwillinge?). Der Feldspath ist zumeist erfüllt mit denselben pleochroitischen kleinen Epidotsäulchen, die wir beim Quarzaugengneiß besprochen haben, und welche dem Ganzen die besondere Färbung verleihen. Die Epidote sind, wie geeignete Querschnitte zeigen, zum Theil Zwillinge (Zwillingsebene $\infty P\infty$). Die für diese charakteristische Auslöschung ist in manchen Fällen ein nicht unwillkommnes

Digitized by Google

Kennzeichen für Epidot. Quarz ist nur spärlich vorhanden; er enthält Flüssigkeitseinschlüsse mit Blasen, die manchmal beweglich erscheinen; weiter sind noch Kalkspath, Apatit und etwas von einem schwarzen Eisenerze zu bemerken.

Dieses Gestein hat Professor Kjerulf in bereitwilligster Weise einer Analyse unterzogen und sagt darüber: »Aus einer besonders abgewogenen Menge (5 g) dieses Gesteins erhält man 0,509% Phosphorsäure, welche 1,13 Apatit entspricht, dieselbe ist also, wie Herr Reusch vermuthete, in reichlicher Menge vorhanden. Ebenso wurde der beigemengte Kalkspath durch Behandlung einer besonderen Quantität mit verdünnter Essigsäure bestimmt (ergab Kalk 1,07%).

»In den parallel der Schieferung dünn geschliffenen Platten dieses, wie ein feingekörnter und kleinfleckiger weißer und grüner Gneißschiefer aussehenden Gesteins sieht man die liegenden nadelförmigen Krystalle oft mit Quersprüngen, ferner auch einige in paralleler Stellung zusammengewachsene Individuen. Manchmal erkennt man auch Spuren von längsgehenden Klüftungen. Sie löschen in einem solchen Schnitt alle gerade aus und zeigen Pleochroismus; sie sind grünlichgelb bis beinahe farblos. Nach der Extrahirung des Kalkes mit verdünnter Essigsäure und danach Pulverisirung und Schlemmung können diese grünlichgelben Krystallnadeln ausgesondert und unter das Mikroskop gebracht werden; man sieht dann natürlich selten so lange Nadeln wie in dem geschliffenen Präparat, weil sie wohl bei der Pulverisirung nach den Quersprüngen entzweibrachen. Sie müssen keinen geringen Härtegrad besitzen, da sie dem Zerstoßen so gut widerstehen konnten, ferner ein spezifisches Gewicht über dem gewöhnlichen des Gesteins, da sie beim Schlemmen mit unmagnetischen und magnetischen Eisenerzkörnern nebst einigen wenigen bräunlichen nadelförmigen Krystallen etc. zurückbleiben. Da der Unterschied zwischen Längs- und Querschnitten der Krystalle in den erwähnten Präparaten nicht deutlich zur Erscheinung kam, so versuchte ich es von neuem mit einer lothrecht zur Schieferung dünngeschliffenen Platte des Gesteins. Hier sah ich nun diese Krystallnadeln außer in vielen Längsschnitten, auch in überwiegender Anzahl im Querschnitt, und namentlich diese letzteren mit einer hervortretenden Spaltung. Im Verhältnis zu dieser konnte die Auslöschung zwischen gekreuzten Nicols unter einem Winkel von 28—30° und 64—60° nach jeder Seite wahrgenommen werden; nimmt man die Spaltungsrichtungen als 0 *P* des Epidot an, so entspricht das dem Verhalten des Epidot. Der Versuch einer Winkelmessung in den genannten Querschnitten führte dagegen zu keinem anderen Resultat als dem, daß es vielkantige und stumpfwinklige Konturen sind. Das Auslöschen zeigte sich auch in kleineren Winkeln als den genannten, aber wohl immer schräg gegen den genannten Schnitt.

Digitized by Google

»Nachdem diese Erscheinungen alle auf Epidot hingewiesen hatten, versuchte ich es wieder, einige Endspitzen in der durch Schlemmung präparirten Auswahl aufzufinden. Hiernach konnte nun allerdings unter der Camera eine Anzahl Zeichnungen gemacht werden, welche dem Epidot-Typus anzugehören scheinen, aber die Konturen treten nicht ganz scharf hervor. Einzelne Formen erinnern jedoch soweit an die gewöhnliche Epidot-Form, daß man anscheinend *M T r l n z*, ja sogar die Begrenzung der *M*-Fläche gegen diese letzte, erkennen kann.

»Es blieb nun noch zu untersuchen, wiewohl kein besonderes Gewicht auf eine solche Berechnung gelegt werden kann, ob die Analyse das Vorhandensein von Epidot als möglich zeigen würde. Zu der gefundenen Menge mit Essigsäure ausgezogenen Kalkes ist die zugehörige Menge Kohlensäure berechnet worden, ebenso zur Phosphorsäure die zugehörige Menge Kalk, von Kalkspath sowohl als von Apatit. Die Analyse auf das noch übrige Eisenoxyd zeigt, daß Eisen wesentlich als Oxydul vorhanden sein muß, was auch die nach dem Glühen eintretende Farbe beweist.

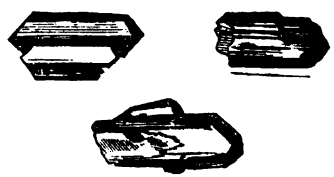


Fig. 17. Epidotnadeln im Gneißschiefer von Tuen.

Kohlensaurer Kalk	2,08
Apatit	1,13
Kieselsäure . . .	54,15
Thonerde	14,40
Eisenoxydul . . .	13,02
Kalk	5,89
Magnesia	2,63
Kali	2,39
Natron	4,21.

»Wenn ich versuchen soll, diese prozentualen Mengen auf die einzelnen Mineralbestandtheile zu vertheilen, welche nachgewiesen oder als vorhanden vermuthet werden, so ist offenbar, daß der Eisengehalt, wohl zum größten Theil als Oxydul, dem Magnesiaglimmer angehören muß, welcher stark grün ist, darnach dem vermutheten Epidot, welcher ungeachtet seiner außerordentlich dünnen Nadeln doch noch einen grünen Schein hat, endlich auch den eingesprengten Eisenerzkörnern. Diese letzteren kann ich nach dem Versuch durch Schlemmung mit nicht mehr als 0,5% ausbringen. Rechnet man weiter die ganze Menge Magnesia als einem eisenreichen Magnesiaglimmer zugehörend, worin weiter ein Theil des Kali (6%), ferner den Rest des aufgefundenen Kali zu Orthoklas und das Natron zu Oligoklas (mit 4% Kalk), so würde die Analyse ergeben haben: über 2% Kalkspath, über 1% Apatit, 14—16 Magnesiaglimmer mit etwas Eisenerz, 10 Ortho-

Digitized by Google

klassubstanz, 49 Oligoklassubstanz, 15 Epidot und 6 Quarz. Ob man aber nach dem, was man unter dem Mikroskop sieht, eine solche Menge von Epidotnadeln wirklich annehmen darf, ist wohl zweifelhaft.«

Unmittelbar beim Hause von Indre Tuen hat man in grauem Gneiße gebrochen; er führt auch Kalk und ähnelt dem vorigen, enthält aber nur weißen Feldspath (ohne Epidotsäulchen) und führt sowohl dunklen als hellen Glimmer. Das Gestein ist schiefrig, jedoch tritt Glimmer nicht in so reichlicher Menge auf, wie bei dem vorigen Gneiß, und der Feldspath scheint bei den Schieferungsflächen überall durch.

Von Storum machte ich einen südöstlichen Abstecher in der Richtung auf Saervold: hier steht grauer Gneiß an, von dem einzelne Schichten in Folge ihres Reichthums an Muskovit so schiefrig sind, daß sie sich einem Glimmerschiefer im Aussehen nähern. Man findet manchmal, daß der Gneiß aus unbestimmt begrenzten, linsenförmigen Stücken zusammengesetzt ist und so gewissermaßen ein flachgedrücktes Konglomerat darstellt. Das Einfallen ist 80° gegen NW.

Auf dem Wege von Storumsvaagen nördlich der Küste entlang bemerkt man mehrere Vorkommen, die wohl eine nähere Untersuchung verdienten, aber die kurze Zeit, die mir hier zur Verfügung stand, erlaubte eine solche nicht. Zuerst hat man auf kurze Strecke massiven Gneiß; dann eine Breccie, gebildet von Granitgrundmasse, dicht erfüllt mit Bruchstücken von Gneiß und hornblendereichen Gesteinen; darauf kommt grauer Granit mit schwarzem Glimmer und hiernach wieder Breccie. Nun folgt eine längere Strecke mit Granit, der ganz massiv und nur hin und wieder eine schlierige Struktur zeigt, dann trifft man aufs neue auf Breccie; an einzelnen Stellen sah man in derselben nur Bruchstücke von Saussuritgabbro; sie waren da zuweilen so zahlreich, daß man das Ganze für einen Saussuritgabbro halten konnte, der von kleinen Granitadern durchzogen wäre. Die Breccien, die sich hier am steilen Klippenstrande schön abheben, scheinen in vertikalen Zonen von 18—20 m Breite vorzukommen. An der Grenze gegen den Granit hatten die Bruchstücke an einer Stelle längliche Formen. Auf der weiteren Tour längs des Strandes trifft man auf eine, mehrere Meter mächtige vertikale Zone von dunklem Glimmerschiefer mit zahlreichen kleinen Quarzlinsen. Danach folgt Granit, zunächst mit einzelnen, dann mit zahlreichen Bruchstücken, so daß er einem Hornblendefels, von zahlreichen Granitadern durchschwärmt, ähnlich sieht. Kurz vor Skeiestöen tritt dann der echte Saussuritgabbro auf.

Einige Bemerkungen über Rötingen, Sundö und Brurö.

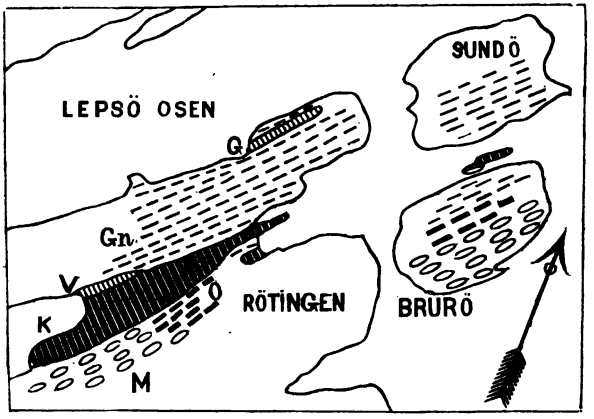
Diese drei Inseln liegen südwestlich von Lepsö, außerhalb des Gebiets der Karte; auf ihnen setzen sich die eben beschriebenen Zonen fort und sie

Digitized by Google

sollen deshalb hier noch mit behandelt werden. Die Schichten streichen auch hier von SW nach NO und stehen lothrecht.

Die Thonglimmerschieferzone ist repräsentirt durch Kalkmuskovitschiefer (*K*, Fig. 18), der zusammengelagert mit körnigem Kalk auftritt, graulich, hell gestreift, manchmal auch rein weiß. Derselbe ist von hellem Glimmer und Talk in millimeterdicken Lamellen durchzogen. Mächtigere Talkschiefer kommen auch vor; deutliche Fossilien bemerkte ich nicht, wohl aber Andeutungen.

Das Mobergkonglomerat war hier zum Theil schwer zu erkennen; es machte eher den Eindruck eines etwas variablen, gneißartigen Gesteins, das mit charakteristischem Quarzaugengneiß zusammen vorkommt.



1 : 20,000.

Fig. 18.

Gn Gneiß. — *O* (▬ ▬) Quarzaugengneiß. — *G* Grünstein. — *V* Topfstein. — *K* (▮▮) Kalkmuskovitschiefer mit körnigem Kalk. — *M* Mobergkonglomerat. — Schichtung lothrecht.

Die kleine Kuppe im Sunde zwischen Sundö und Brurö besteht aus Talkglimmerschiefer; auf der nördlichen Seite von Brurö folgt aber darauf nicht, wie man annehmen sollte, das Mobergkonglomerat, sondern grauer Gneiß mit schwarzem Glimmer, zum Theil mit dichtem, hellem, grünlich gelbem Feldspath, wie im Tuens-Gneiß. Weiter folgt etwas Quarzaugengneiß und der Rest der Insel besteht dann aus Mobergkonglomerat. In einem Theil des grauen Gneißes, der auf der kleinen Kuppe im Sunde mit Kalkglimmerschiefer zusammen vorkommt, ist der Glimmer von brauner Farbe und tritt in langgestreckten Bändern auf.

Saussuritgabbro.

Bei der Behandlung dieses Gesteins wollen wir etwas weiter greifen, als nur sein Auftreten bei Osören zu betrachten. Der Saussuritgabbro zeigt

Digitized by Google

nämlich auf dem größten Theil seines Ausbreitungsgebietes diejenige Struktur, welche man in Deutschland »Riesenflaserstruktur« nennt. Da es von Interesse sein wird, dieselbe näher zu beleuchten, wollen wir zunächst einen Bericht über einige Beobachtungen von ähnlichen Vorkommen in anderen Gegenden geben.

Wir wollen mit einigen sächsischen Vorkommen von »Flasergabbro« beginnen, mit welchen ich mich unter Prof. Herm. Credner's freundlicher Führung bekannt zu machen Gelegenheit hatte.

Diese Vorkommen sind, gegenüber unsern Verhältnissen, ziemlich klein; auf der Karte haben ihre Umgrenzungen Linsenform. Credner beschreibt den Flasergabbro folgendermaßen*): »An plumpe Linsen von körnigem, massigem bis flaserigem Gabbro und flaserigem Amphibolit schmiegen sich langgestreckt linsenförmige Schmitzen und Lagen von dünnschiefrigem und langflaserigem Amphibolschiefer an und erzeugen so die Riesenflaserstruktur, welche die Veranlassung gegeben hat, diesen gesammten, sich an vielen Stellen der Peripherie des Granulitgebietes wiederholenden Gesteinskomplex mit dem Namen Flasergabbro-Gruppe zu belegen.« Credner betrachtet ihn als sedimentär und als ein Glied der nach seiner Meinung ebenfalls sedimentären Granulitformation, während Naumann ihn als Glied der eruptiven Granulitformation bezeichnete. Verfasser muß gestehen, daß er sich von keiner dieser Erklärungen befriedigt finden kann, kann jedoch nicht näher auf dieses ihm fernliegende Feld eingehen. Ohne Rücksicht auf diese theoretischen Betrachtungen kommt es hier auf einen Vergleich mit unsern Vorkommen an, um die Konstitution des Flasergabbro darzustellen. Nachstehende Figuren geben hoffentlich in Verbindung mit Credner's Beschreibung eine einigermaßen klare Vorstellung hiervon. Ich muß vorausschicken, daß ich die Bezeichnung Gabbro in umfassenderer Bedeutung anwende, indem ich nicht, wie Dathe in seiner Arbeit über die hier behandelte Gegend**), zwischen Gabbro und grobflaserigem Amphibolschiefer, der aus Hornblende und Labrador oder einem nahestehenden Plagioklas besteht, unterscheide. Beide Gesteine stehen in innigster Verbindung, sie treten zusammen und auf gleiche Weise auf, und kann die Unterscheidung zwischen ihnen nur wesentlich petrographisches Interesse haben.

Figur 19 ist ein skizzenhafte Darstellung einer 15 m hohen Wand in einem interessanten Steinbruch bei Böhrigen. Ich führte meine Zeichnung aus, ohne die detaillirteren vor mir zu haben, welche einige Jahre früher Dathe von derselben Gebirgswand gegeben hatte. Es interessirte mich zu wissen, welchen Spielraum die individuelle Auffassung bei der Darstellung

*) Credner, Geologischer Führer durch das sächsische Granulitgebirge. Leipzig 1880. p. 98.

**) Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte des Königreichs Sachsen. Sektion Waldheim. Von E. Dathe. Leipzig 1879.

Digitized by Google

eines solchen Profils hat; vergleicht man beide Zeichnungen, so findet man recht gute Übereinstimmung. Dathe's Zone II und IV erkennt man sofort auf

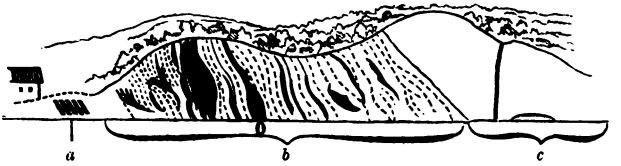


Fig. 19. »Flasergabbro«. Steinbruch bei Böhrigen in Sachsen.
a Augengranulit. — *b* »Flasergabbro«. Die dunklen Partien in *b* sind Stellen, wo Hornblendeschiefer reichlicher auftritt. Das punktirt bezeichnete ist reinerer Gabbro. — *c* Feinkörniger, olivin- und hypersthenführender Gabbro ohne Flaserstruktur. Ein vertikaler und ein fast horizontaler Granitgang sind durch Linien bezeichnet.

meiner Zeichnnng, die, wie gesagt, nur eine Skizze ist und nur das Verhalten im großen Maßstabe illustriren soll.

Die Figur 20 zeigt dagegen detaillirter eine kleine Partie bei *O* der vorigen Figur, einer Stelle also, wo der Gabbro mehrfach mit Hornblendeschiefer vermischt ist.

Die Figur 21 zeigt eine Lokalität, welche die eigenthümliche Verbindung illustrirt, die zwischen Gneiß und Gabbro stattfinden kann, in welche der Gneiß wie ein Bestandtheil des Flasergabbro eingeht. Dasselbe hatte ich auch Gelegenheit, bei unserm Saussuritgabbro zu beobachten, aber die Gelegenheit zu spezielleren Beobachtungen war da nicht so günstig.

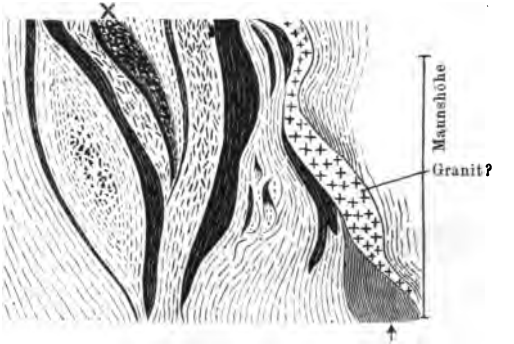


Fig. 20. »Flasergabbro«. Böhrigen in Sachsen.
Das Dunkle ist feinkörniger Hornblendefels, größtentheils Hornblendeschiefer mit ausgeprägter Schieferung. — Hell, gestrichelt und punktirt ist Gabbro, theils unregelmäßig körnig, theils mit Parallelstruktur. — X Eine leicht verwitternde, schwer bestimmbare, anscheinend hypersthen- und glimmerführende Varietät von Hornblendeschiefer. — ↑ Schiefriger Gabbro (feldspatharm).

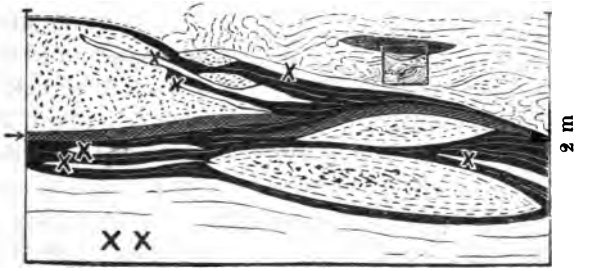


Fig. 21. »Flasergabbro« mit Gneiß. Felswand östlich von Roßwein, Sachsen.
Gabbro und Hornblendeschiefer (oder wahrscheinlich richtiger: hornblendereiche, schiefrige Varietäten von Gabbro) sind wie in Figur 20 bezeichnet. Die Gneißlagen, die aus röthlichem Biotitgneiß bestehen, sind weiß und mit X bezeichnet; das Vorkommen einer glimmerreichen Varietät in der mit X X bezeichneten größeren Gneißpartie ist durch feine Striche angedeutet. — → Ein dichtes, grauliches Gestein, wahrscheinlich eine Varietät von Hornblendeschiefer.

Digitized by Google

Die Figur 22 giebt in einem größeren Maßstabe die kleine in Figur 21 eingerahmte Partie. Hier ist nicht nur die Struktur im allgemeinen wiedergegeben, sondern der Labrador und die dunklen Minerale sind nach der Natur jedes für sich kopirt. Die Zeichnung wurde von einer verwitterten Oberfläche genommen. Das weiße ist Feldspath, das schwarze ein feinkörniges grünliches Hornblendemineral. Die kleinen weißen Kreuze in den schwarzen Partien bezeichnen größere Diallag- (oder Hypersthen-)Individuen, welche mitten in der Hornblende liegen. Der oberste Theil der Zeichnung wird von einer feinkörnigen, graulichen Varietät des Gesteins, in welcher einzelne Bestandtheile nicht zu erkennen sind, eingenommen.

Fig. 22. Partie aus der vorigen Figur in größerem Maßstabe. Gabbrostruktur detaillirt.

Wie man sieht, zeigt die Struktur eigenthümliche Biegungen. Zu den Beispielen dieser Art — die in größerer Zahl angeführt werden könnten —, gehört auch die in natürlicher Größe gezeichnete Figur 23; man sieht da eine Art Faltenverwerfungen im Kleinen. Diese Struktur scheint dafür zu sprechen, daß das Gestein noch plastisch gewesen ist, nachdem schon die Feldspath- und Hornblendeminerale getrennt für sich ausgeschieden waren. Spätere Untersuchungen müssen darthun, ob diese Faltungen erst lange Zeit nach der Gesteinsbildung stattfanden, oder ob sie mit der Entstehung des Gesteins als solchen selbst zusammenhängen.

Fig. 23. Flasergabbro von Nieder-Striegis in Sachsen. Natürliche Größe.

Was nämlich die ursprüngliche Entstehungsweise anbelangt, so muß ich für meinen Theil bekennen, daß die Struktur, wonach das Gestein aus Linsen und Lamellen zusammengesetzt und zum Theil ziemlich schiefrig erscheint, noch nicht genügt, um mich zu überzeugen, daß es sedimentären Ursprungs sei, sodaß die Linsen und Lamellen einzelnen Lagen im Thonschiefer oder Kalkstein entsprechen. Ich kann nicht ohne Weiteres den Gedanken als unberechtigt zurückweisen, daß die Flaserstruktur auch auf irgend eine Weise von einer Bewegung herrühren könne, in welcher sich die Masse schon bei ihrer Entstehung befand. Daß die Struktur jedenfalls,

Digitized by Google

wenn nicht damals, so doch später durch eine Bewegung der Masse beeinflußt wurde, das halte ich, wie gesagt, für ziemlich sicher.

Der unzweifelhaft eruptive, postsilurische Syenit, der metamorphosirend auf das Silur am Langesundsfjord eingewirkt hat, zeigt, wie ich zusammen mit Professor Brögger Gelegenheit hatte zu beobachten, an verschiedenen Stellen seiner Grenzen eine Struktur, wie sie mehr oder minder dem Flasergabbro eigen ist; ja es treten hier noch Modifikationen auf, welche in hohem Grade echten krystallinischen Schiefern gleichen. Es ist mir bekannt, daß ein sehr guter Kenner des Grundgebirges, dem ein Handstück zugesendet wurde, dasselbe ohne weiteres als Hornblendeschiefer etikettirte und es für sicher azoisch ansah, ein genügendes Beispiel dafür, welch betrügerisches Aussehen ein unzweifelhaft eruptives Gestein annehmen kann. Professor Kjerulf hat schon vor längerer Zeit darauf aufmerksam gemacht, wie bei unseren nordischen Eruptiven eine Struktur auftreten kann, »die eine Schichtung nachahmt.«*)

Nach diesem Abstecher zum sächsischen Flasergabbro wenden wir uns zu unsern heimischen Vorkommen zurück. Wir wollen zuerst einige Vorkommen von Gabbro und ähnlichen Gesteinen nördlich von Bergen betrachten, die ich früher studirte, deren Struktureigenthümlichkeiten mir aber nicht recht verständlich waren, bevor ich den sächsischen Flasergabbro gesehen.

Eine Linsenstruktur läßt sich theilweise beobachten beim Saussuritgabbro vom Grimelien Kupferwerk im Söndfjord, welches ich mit Professor Brögger im Jahre 1876 besuchte. Der Saussuritgabbro tritt hier in mächtigen Bänken und Linsen in grünen Schiefern eingelagert auf.**) Die Korngröße des Gesteins ist verschieden; meist ist es ganz feinkörnig bis dicht. Bei einer der größeren Bänke beobachteten wir, daß das Gestein in der Mitte grobkörniger war als an der unteren Seite. Diese Bänke und Linsenkörper faßten wir früher als etwas von den umgebenden Schiefern Verschiedenes auf, obwohl wir doch, soviel ich mich erinnere, vor dem Eindrucke uns nicht schützen konnten, daß beide Theile etwas Gemeinsames haben. Heute möchte ich aber glauben, man werde bei näherer Untersuchung finden, daß hier nur ein einziges geologisches Glied mit einer in großem Maßstabe entwickelten Flaserstruktur vorliegt.

Der nördliche Theil von Laagö, einer von den Suleninseln vor der Mündung des Sognefjord, besteht aus Gabbro. Zum Theil ist derselbe ziemlich grobkörnig, zum Theil auch schiefrig mit südlichem Einfallen. Ausnahmsweise sieht man eine unbestimmte Schieferung. Vom Bauerhofe aus

---

*) Kjerulf, Geologie des südlichen und mittleren Norwegen. 1880. p. 231.

**) s. Hagen, Reiser for den geologiske Undersoegelse Sommeren 1880. Nyt Magazin for Naturvidenskaberne. Bind 27. 1882. p. 66.

Digitized by Google

unternahm ich eine Wanderung bis zum halben Wege gegen das Südende der Insel. Drei Mal beobachtete ich Gabbro mit zwischenliegendem Grünstein und Grünsteinschiefer.

Wenden wir uns nun zur Gegend bei Osören zurück. Schon Naumann hatte den Saussurit als Bestandtheil eines Grünsteins erkannt. Die nähere Bestimmung des in Rede stehenden Gesteins verdanken wir Hiortdahl und Irgens, welche das spezifische Gewicht des Saussurit bestimmten und ihn analysirten.

Spez. Gewicht 3.19.

SiO_2	42.91
Al_2O_3	31.98
Fe_2O_3	0.19
CaO	20.94
MgO	0.84
K_2O	0.18
Na_2O	2.31
	99.32

Der Saussurit ist weißlich, fein krystallinisch oder, für das unbewaffnete Auge, beinahe dicht, nur von kleinen Krystall- oder Spaltungsflächen schimmernd.

Der Saussurit hat sich mit ziemlich großer Sicherheit unter dem Mikroskop theils als Epidot, theils als der nahe verwandte Zoizit, zu welchen zwei Mineralien sich auch etwas Plagioklas gesellt, herausgestellt.*) Als Epidot habe ich den Saussurit von dem später erwähnten, lagenförmig auftretenden Saussuritgabbro von Sagebakken gedeutet. Das Mineral ist fast farblos, ziemlich stark lichtbrechend und tritt in Aggregaten von unregelmäßig umgrenzten Körnern, welche eine schief auslöschende Spaltungsrichtung zeigen, auf. Die Farblosigkeit des Minerals hat mich nicht befremdet, da ich schon farblosen Epidot, kenntlich durch charakteristische Zwillingsbildung (Zwillingsfläche $\infty P \infty$) als Bestandtheil des Saussurit in mehreren Drontheimischen Saussuritgabbros kenne. Ein mehr gewöhnliches Aussehen, grünliche Farbe, zeigt unter dem Mikroskop der den Saussurit konstituirende Epidot in einem Gestein von Süd-Trengereid. Wo der Saussurit Zoizit ist, giebt dieser sich schon äußerlich durch ein mehr krystallinisches Aussehen zu erkennen, so daß man gleich vermuthet, daß das Mineral hier ein Netzwerk von Krystallsäulchen sei. Zum Theil ist er auch leicht zerreiblich. Das Mikroskop bekräftigt, daß die Struktur die angenommene ist; man sieht einen Haufen von kreuz und quer liegenden, gegen ½ mm langen, transversal von Sprüngen durchsetzten Säulen, die eine längsgehende Spaltungsrich-

*) s. Cathrein, Über Saussurit. Zeitschrift für Krystallographie und Mineralogie. Band VII. 1882. p. 234.

Digitized by Google

tung und gerade Auslöschung zeigen. Auch der Zoizit ist fast farblos und ziemlich stark lichtbrechend. Nicht selten zeigen die Säulen an den Enden eine Zuspitzung, deren Winkel den von Cathrein angegebenen entsprechen. Mit den Zoizitsäulen kommen auch mehr unregelmäßig umgrenzte Körner, wahrscheinlich Epidot vor. Der Feldspath, bei welchem Zwillingsstreifung nur in seltenen Fällen zu bemerken ist, tritt spärlich, nur wie Löcher in den Epidot- oder Zoizitaggregaten ausfüllend, auf.

Der zweite Hauptbestandtheil des Gesteins ist in vielen Fällen eine ungewöhnlich bleiche, doch unverkennbare Hornblende. Die Benennung: Gabbro ist also streng genommen nicht richtig. Bei der Hornblende sind die parallel a schwingenden Strahlen fast farblos, die parallel b schwach gelblich grün und die parallel c licht bläulichgrün. Durchschnitte, quer durch die Hauptachse geführt, zeigen oft die einander unter ca. 124° schneidenden Spaltungslinien sehr schön. In anderen Fällen sind zwei Spaltungslinien nicht charakteristisch ausgebildet zu finden. Man sieht nur eine Spaltungsrichtung, die schief (ca. 16° im Maximum) auslöscht. Auch makroskopisch sieht man, daß das betreffende Mineral nur eine deutliche Spaltungsfläche hat. Losgelöste Spaltblättchen zeigen eine faserige Struktur und gerade Auslöschung. Bei diesem Mineral habe ich an feinfaserige, aus Diallag hervorgegangene Hornblende gedacht, wage aber doch keine bestimmte Meinung auszusprechen. Typischer Diallag kommt, wie im Folgenden erwähnt wird, auch in unseren Gabbros vor.

Der Antheil, welchen der Saussurit sowie die Hornblende an der Zusammensetzung des Gesteins nehmen, ist ein wechselnder. Überwiegt das erstere Mineral, so bildet es gleichsam eine Grundmasse, in welcher die Hornblendekörner, die aus einem oder mehreren Individuen zu bestehen scheinen, eingestreut liegen; die Größe dieser Hornblendekörner wechselt zwischen Erbsen- und Wallnußgröße; man sieht öfters, daß ein einzelnes Hornblendeindividuum mit Saussurit durchsetzt ist, zeitweilig in solchem Maße, daß es in isolirte Partien aufgelöst ist. In Handstücken ist die Struktur meist unregelmäßig körnig, man kann jedoch auch solche von ausgeprägter Parallelstruktur schlagen. Im Folgenden betrachten wir deutlich geschichteten Gabbro.

Während die übrigen Gebirgsglieder der von uns betrachteten Gegend sich südwestlich noch außerhalb der Grenzen unserer Karte erstrecken, findet der Saussuritgabbro, wie schon auf dem durch die geologische Landesuntersuchung herausgegebenen Blatte »Bergen« ersichtlich ist, seinen südwestlichen Abschluß am Skeisosen. Hier ist das Verhalten eigenthümlich. Es tritt nämlich außer massigem auch gut geschichteter Saussuritgabbro und anderer geschichteter Gabbro auf, der deutlichen Feldspath führt und zum Theil Olivin enthält. Diese geschichteten Gesteine zeigen ein schwaches Einfallen; ihre Streichungslinie liegt in einem Bogen, wie

Digitized by Google

dies auf der Karte andeutungsweise eingezeichnet ist. Eine Ausnahme bilden die Grenzpartien nördlich bei Hagevik und südlich bei Skeiestöen, wo ein steiles Einfallen vorherrscht.

Meine Beobachtungen in dieser Gegend machte ich auf einer Tour längs der Küste und einer Wanderung von Skeie nach Hagevik. Auf dem Wege von Grindevold westlich gegen Skeiestöen geht man auf Saussuritgabbro; Partien von grob- und feinkörniger Textur wechseln mit einander, ohne daß eine gewisse Anordnung, die als sichere Schichtung gedeutet werden könnte, zu konstatiren ist; doch sieht man an mehreren Stellen, wo sich die Natur des Gesteins etwas besser beobachten läßt, die verschiedenen Varietäten streifenweise neben einander. Eine bestimmte Richtung für diese Streifen fand ich nicht.

Am Strande bei Skeiestöen sieht man theils Saussuritgabbro mit Parallelstruktur, theils eine mehr unregelmäßig körnige Varietät; im ganzen erhält man den Eindruck, daß die unregelmäßig linsenförmigen Partien, welche das Gestein zusammensetzen, vertikal stehen. Gleich bei Skeiestöen indessen beginnt ausgeprägt geschichteter, gegen SW geneigter Gabbro. Besonders schön ist die Schichtung bei Sagebakken, wo schon aus der Entfernung das Gestein bankförmig abgetheilt erscheint. Bei näherer Untersuchung findet man, daß die zahlreichen glatten Felsenflächen hier ungefähr 20° gegen SW geneigt sind und daß die Bänke mit der Schichtung des Gesteins im Zusammenhange stehen, indem Lagen von verschiedener Diallag-Haltigkeit und verschiedener Textur mit einander abwechseln. Die Schichten gehen oft fast in einander über, aber sie sind doch unzweifelhaft solche.

Als Beispiel für die Art des Auftretens dieses Gesteins zeigt Figur 24 einen Querschnitt von geschichtetem Gabbro von Sagebakken. Bei dieser Gelegenheit macht man zugleich Bekanntschaft mit eigenthümlichen grobkörnigen Adern, welche oft den Gabbro durchsetzen.

Die Hornblende in demselben ist großkrystallinisch, während der weiße Bestandtheil dem umgebenden Gesteine ähnlich ist. Die Grenzen (Saalbänder) gegen letzteres sind nicht gerade scharf markirt.

Weiter nordwärts gegen Hagevik zeigen die Schichten erst ein westliches und dann ein nordwestliches Einfallen mit 20—30°. Hier längs der See sah ich nirgends den serpentinführenden Gabbro, welcher späterhin beschrieben werden soll.

Auf einen auffälligen Umstand bei diesem geschichteten Saussuritgabbro muß ich noch speziell die Aufmerksamkeit lenken. Derselbe wird oft von Partien ungeschichteten Saussuritgabbros abgeschnitten, in welchen grobkörniges und feinkörniges Gestein ohne jede Regel wechseln; der geschichtete behält bemerkbar noch überall, wo ich dieses Verhalten beobachten konnte, seine Lage unverändert durch die Unterbrechung. Man kann

Digitized by Google

nicht annehmen, daß diese Unterbrechung später erfolgt sei, man empfängt vielmehr den Eindruck, dass beide Theile im Grunde genommen dieselbe Masse, bloß unter verschiedenen Formen, darstellen. Die hier erwähnten

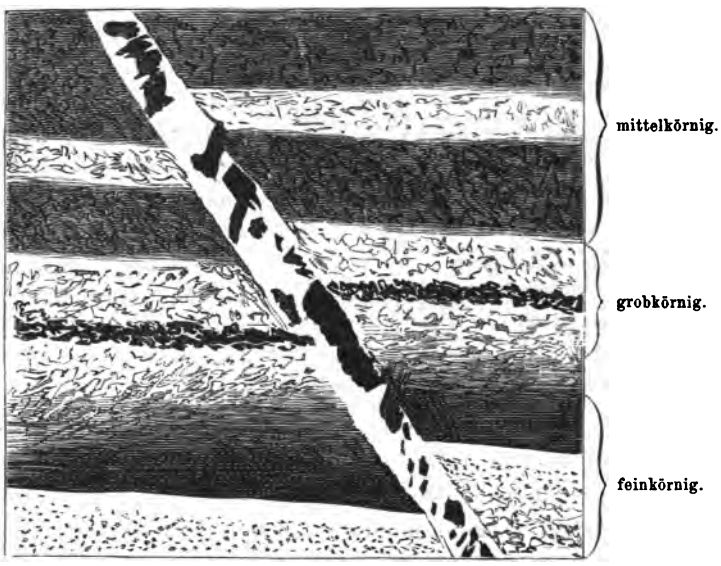


Fig. 24. Geschichteter Saussuritgabbro, von einem verwerfenden Gang durchsetzt, in welchem die Bestandtheile in größeren Partien ausgesondert sind. Die saussuritarmen Schichten sind dunkel, die saussuritreichen hell.

Verhältnisse sind etwas ähnliches wie das von Naumann von Gulfjeld beschriebene (»Beiträge etc.« I. pag. 145). Er behandelt und skizzirt Grünsteinschiefer, welche in einer bestimmten Richtung streichen, »ohne sich in ihrem Wesen irre machen zu lassen«, wo sie von zwischenkommenden Partien von grobkörnigem Grünstein unterbrochen werden, die unregelmäßig körnig erscheinen und scharfe Grenzen gegen das übrige Gestein haben. Man sieht, sagt er, kein Anzeichen dafür, daß der Grünstein feinkörniger wäre oder gegen die Grenzen hin Parallelstruktur zeige. Unser Gabbro verhält sich also in dieser Hinsicht, zum Theil wenigstens, anders als der früher beschriebene sächsische Flasergabbro, wo die unregelmäßig körnigen Linsen an den Grenzen eine ausgeprägte Parallelstruktur annehmen. Als ich meine Beobachtungen machte, erinnerte ich mich der Naumann'schen nicht, weshalb erstere auch von den letzteren unbeeinflußt blieben.

Außer diesen Unterbrechungen in der Ausbreitung des geschichteten Saussuritgabbro an der Küste bei Skeie kommen auch kleinere vor, nämlich Adern, die entweder grobkörniger oder feinkörniger sind als das umgebende Gestein. Grobkörnige Adern, von denen Figur 24 ein Beispiel zeigte,

Digitized by Google

durchsetzten das geschichtete wie das ungeschichtete Gestein; sie folgen öfters den Verwerfungsklüften; zur näheren Illustration dieses Verhaltens diene die Fig. 25.

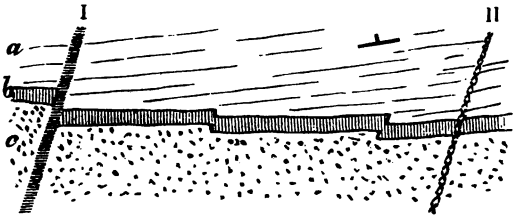


Fig. 25. Grenze zwischen geschichtetem und ungeschichtetem Saussuritgabbro am Strande nördlich bei Sagebakken.

a geschichteter, ziemlich grobkörniger Saussuritgabbro. — *b* und *c* ungeschichtet; *b* ist feinkörniger, diallagreicher Saussuritgabbro; *c* ist ebensolcher kleinkörniger, mit Saussurit und Diallag ungefähr in gleichen Mengen. — *I* ist eine Ader von mittelkörnigem Saussuritgabbro mit unregelmäßigen langgestreckten grobkörnigen Partien, die mit Kreuzen bezeichnet sind. — *II* ist eine schmale Ader von grobkörnigem Saussuritgabbro. Die gezeichnete Gesteinsfläche ist $2^1/_2$ m lang.

Folgt man dem Wege von Grindevold nach Skeie, so passirt man Saussuritgabbro, an dem nichts besonderes zu bemerken ist; er ist auch nicht sonderlich entblößt. An einer Stelle beobachtete ich den an unserer Südostküste gewöhnlichen dunklen Gabbro mit violettem Labrador. — Kurz bevor man nach Skeie kommt, überschreitet man eine kleine, von NO nach SW streichende Lage eines eigenthümlich schiefrigen Augengneißes. Derselbe besteht aus einer feinkörnigen, beinahe dichten, hellgrauen Grundmasse, worin Augen von grauem Feldspath vertheilt sind, an welchem zum Theil Zwillingsstreifung beobachtet werden kann. Sparsam eingesprengt sind bandförmige Lamellen von dünnschuppigem schwarzem Glimmer. — Bei dem nördlichsten der Skeie-Bauerhöfe, welche man auf dem Wege nach Hagevik passirt, steht Saussuritgabbro in südlicher Richtung einfallend an. Geht man weiter, so erblickt man bei der Thür in der Umzäunung, durch welche man in das Feld heraustritt, einige eigenthümliche Klippen (Fig. 26). Bevor ich sie näher untersucht hatte, glaubte ich einen Sandstein oder ein anderes gut geschichtetes Sedimentärgestein vor mir zu haben; dies war jedoch nicht der Fall; es war olivinreicher Gabbro mit olivinarmem abwechselnd. Der olivinreiche hatte ein solches Aussehen, daß ich ihn bei meinem Besuch der Stätte für dunklen Serpentin hielt; erst später habe ich ihn mit dem Mikroskope genauer bestimmen können. Das Gestein führt nicht wie der herrschende Saussuritgabbro Hornblende, sondern typischen braunen Diallag; er sowohl als der Olivin sind durchschwärmt von zahlreichen Serpentinadern, mit Magneteisenkörnern erfüllt.

Der olivinarme oder zeitweise vielleicht olivinfreie Gabbro tritt übrigens auch in Gangform auf, ohne daß ich jedoch die genannte olivinarme Gabbrolage als Verzweigungen dieser Gänge ansehen konnte.

In Figur 27 ist ein Gabbrogang abgebildet, längs welchem der geschichtete Gabbro verrückt erscheint. Man erhält den Eindruck, als ob der Gang eine spätere Bildung sei, welche die früher vorhandenen Schichten verworfen hat, und ist ein solcher Vorgang auch des Verfassers Meinung.

Digitized by Google

Andererseits ist das Gestein in den olivinarmen Schichten und in den Gangbildungen ganz dasselbe, ja sie gehen in einander über ohne eine sichtbare Begrenzung gegen einander. Wir werden später, wenn von der Bildung

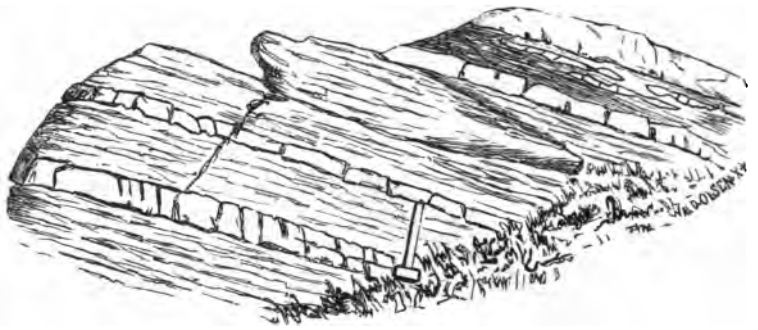


Fig. 26. Klippe nördlich von Skeie.
Die von Sprüngen quer durchsetzten Lagen sind olivinarmer, das übrige olivinreicher Gabbro. Einfallen 20° in SSW. Der Hammerstiel ist ½ m lang.

des Saussuritgabbro die Rede sein wird, auf diesen Gegenstand zurückkommen.

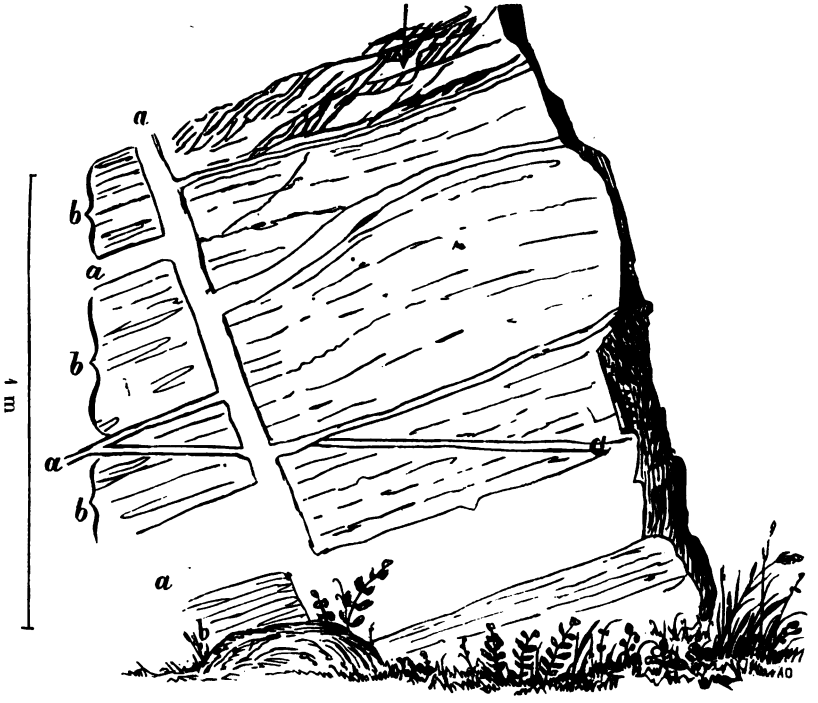


Fig. 27. Olivinarmer Gabbro (*a*) in Gängen und Lagern in geschichtetem olivinreichem Gabbro (*b*). Skeie.

Digitized by Google

Die mit einem Pfeil bezeichnete Stelle der Fig. 27 ist in Fig. 28 nochmals im Detail dargestellt. *a* ist Gabbro, aus hellem, graulichem Feldspath mit wenig gelblichem Serpentin bestehend. Bei der Verwitterung des Gesteins ragen die Schichten *a* über die Oberfläche hervor. — *b* hat eine mehr feinkörnige Textur, enthält dieselben Bestandtheile, aber dazu viel Olivin; Feldspath ist mehr oder minder reichlich vorhanden und bedingt dadurch eine ausgeprägtere Schichtung. — Die dunklen Adern bestehen aus dichtem, grauem Serpentin und heben sich wie *a* bei eintretender Verwitterung des Gesteins von der Oberfläche ab.

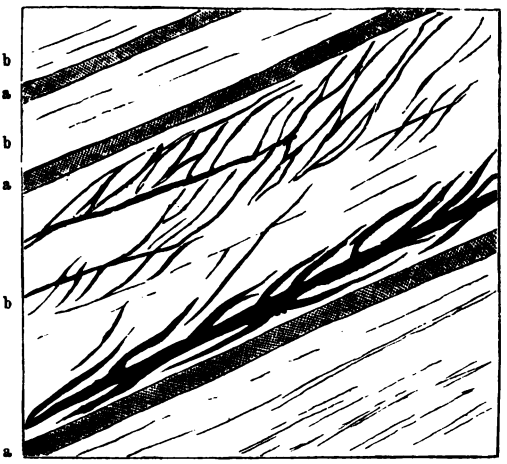


Fig. 28. Die durch einen Pfeil in Figur 27 bezeichnete Stelle in größerem Maßstabe. Die Hauptmasse ist olivinreicher geschichteter Gabbro (*b*), darin drei Lagen olivinarmer desgl. (*a*) und mehrere Serpentinadern.

Die Figur 29 zeigt eine andere Klippenfläche von derselben Lokalität; sie ist aus etwas größerer Entfernung gezeichnet, weshalb kleinere Gabbrolagen nicht deutlich zu unterscheiden sind. Man sieht einen mit der untersten der dargestellten zwei Schichten olivinarmen Gabbros sich vereinigenden Gang; zur Rechten schräg abwärts laufend hat man eine auffallend grobkörnige Gabbroader.

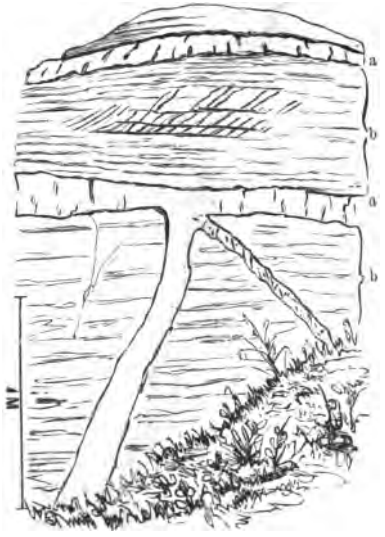


Fig. 29. Lager und Gänge von olivinarmem Gabbro (*a*) in geschichtetem olivinreichen Gabbro (*b*). Skeie.
Zwischen den beiden Schichten *a* sind mehrere Serpentinadern erkennbar, welche einander netzförmig kreuzen.

Von Skeie ging ich nach Skeisbotten. Man wandert über Gabbro mit deutlichem Feldspath. Unter dem Mikroskop zeigte er sich aus Plagioklas (ziemlich rein), Diallag und Olivin bestehend. Er ist zumeist deutlich geschichtet, mit wenig Abweichungen 20 bis 30° in SW einfallend. Die Schichtung erscheint bedingt durch die wechselnde Korngröße der Varietäten, ferner durch den wechselnden Gehalt an Feldspath im Verhältnis zu den

Digitized by Google

übrigen Bestandtheilen, endlich auch durch größeren oder geringeren Serpentin- oder Olivinreichthum; wie am Strande verschwindet auch hier die Schichtung in gewissen Partien.

Es ist hier vielleicht der geeignete Ort, um etwas näheres über die Verwitterung des Gabbro zu sagen. Die hellen Bestandtheile, Feldspath und Saussurit, werden eher durch die Witterungseinflüsse zersetzt, als Diallag und Serpentin (nebst Olivin?), welche immer über die Gesteinsoberfläche aufragen und dieselbe überaus uneben machen. Die Klippen haben theils einen bräunlichen, theils einen grünlichen Schein; diese Verschiedenheit ist, soweit ich mir das erklären konnte, bedingt durch den größeren oder geringeren Serpentin- oder Olivingehalt, welcher das Gestein außen braun erscheinen läßt.

Östlich von Ulvenvand ist der Saussuritgabbro aus ziemlich wechselnden grob- und feinkörnigen Varietäten zusammengesetzt; dadurch ist eine im großen Maßstabe ausgebildete Struktur entstanden und streichen die Lagen von SW gegen NO bei ziemlich lothrechtem Einfallen; im Detail läßt sich das aber nicht überall nachweisen. Bei dem Hauptwege gegen Bangtjern sieht man ausgeprägten Flasergabbro. Hier treten feinkörnige, feldspathführende Hornblendegesteine auf, theils schiefrig, theils unregelmäßig körnig, welche Partien von Saussuritgabbro einschließen, die zum Theil Parallelstruktur zeigen.

Über die mit Vardefjeld bezeichnete Anhöhe im Saussuritgabbro-Gebiete habe ich nur folgende Notizen. Überblickt man dieselbe von Vagtdal aus, so zeigt sich durch die Oberflächenform eine Schichtung, deren Streichen dem in der dortigen Gegend gewöhnlichen entspricht. Wenn man dagegen das Vardefjeld selbst betritt, so sieht man von der Schichtung weiter nichts; feinkörnigere und grobkörnigere Partien wechseln mit einander ab, zum Theil ganz unregelmäßig; es macht den Eindruck, als wenn große Klumpen der einen Varietät in der anderen liegen. Nur stellenweise sieht man wirklich etwas von Schichtung.

Am Nordabhange des Vardefjeld findet man an einzelnen Stellen stark grünen feinschuppigen Talk zusammen mit Hornblende als Bestandtheil des Gesteins auftretend.

Den nordöstlichen Theil des Gabbrogebietes habe ich aus Mangel an Zeit nur flüchtig untersuchen können; die Untersuchung der hohen, steilen und theilweise unzugänglichen Nordwestseite von Heglandsdal würde allein eine Arbeit von mehreren Wochen erfordern, wenn sie im Detail ausgeführt werden sollte. Ich konstatire hier nur, daß die Breite des Saussuritgabbrogebietes nordöstlich außerhalb der Karte sehr abnimmt und daß dort auch Quarzaugengneiß und Marmor zwischen Gabbro eingelagert vorkommen.

Digitized by Google

Nördliche Thonglimmerschieferzone mit quarzitischem Sandstein und Quarzitkonglomerat.

Die petrographische Beschaffenheit des gewöhnlichen Glimmerschiefers ist schon früher beschrieben worden, als das südliche fossilführende Niveau behandelt wurde. In dem nördlichen kommen keine größeren Kalkeinlagerungen vor, wie das beim südlichen der Fall war; dagegen finden sich hier quarzitischer Sandstein und Quarzitkonglomerat. Das erstere Gestein ist hell, weißlich und zeigt im frischen Querbruch keine besondere Bruchstücknatur, sondern sieht wie ein Quarzit aus. Es erscheint oft mit Rostflecken besetzt, die manchmal so zahlreich sind, daß das Gestein im ganzen ein rostfarbiges Aussehen erhält. Häufig ist es schiefrig, und dann sind die Schieferungsflächen mit einer dünnen Haut von grünlichweißem Glimmer bedeckt. Theilweise enthält dieser Sandstein Fragmente eines Gesteins, welche ihm selbst sehr ähnlich, aber doch nie schiefrig sind; wo dieses Gerölle auftritt, ist es in der Regel so zahlreich, daß man ein ausgeprägtes Konglomerat erhält. Oft zeigen die Fragmente auffallende Eigenthümlichkeiten; außer daß sie aufgesprungen erscheinen, sind sie ganz flach gedrückt oder in einer bestimmten Richtung ausgepreßt. Das nördliche Konglomerat giebt demnach wie das südliche Zeugnis von starken, in dieser Gegend wirksam gewesenen Druckkräften.

Das Vorkommen bei Hagevik (in SW des hier behandelten Gebietes) ist interessant und kann an den nackten kleinen Klippen an der See gut beobachtet werden. Das weiter landeinwärts so mächtige Gebirgsglied ist hier ganz schmal und enthält, wie auch auf Lepsö, keine Sandsteine und Quarzitkonglomerate. Über ihm liegen geschichtete hornblendereiche Gesteine, wechsellagernd mit Granuliten. Besonders zu bemerken ist die auffällige Metamorphose, welche einige dieser Schichten bei Hagevik erlitten haben; eine Schicht von wahrscheinlich einstmals Thon ist zu Glimmerschiefer umgewandelt, der mit porphyrartig eingesprengten Glimmerindividuen erfüllt ist; ein Konglomerat ist mit ausgesonderten Hornblendeindividuen gespickt.

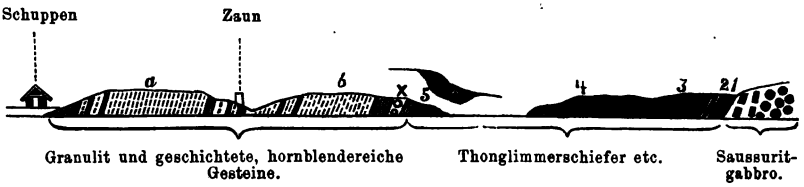


Fig. 30. Profil bei Hagevik.

Der Saussuritgabbro zeigt innerhalb einer Entfernung von wenigen Schritten von der Schiefergrenze deutliche Parallelstruktur.

Digitized by Google

Zunächst folgen (1) einige Meter nicht näher untersuchter, graulicher und grünlicher Schiefer, darunter einer, der schon dem bloßen Auge sich aus Feldspath und Quarz mit etwas Chlorit zusammengesetzt zeigt, nebst dünnen Hornblendenadeln; 2 ist dünnschiefriger, schwarzer, glänzender Thonschiefer, ungefähr 1 m stark; 3 ist heller graulicher Glimmerschiefer mit porphyrartig eingesprengten braunen Glimmerindividuen; auf dem Querbruch ist er feinkörnig, grau und enthält augenscheinlich Quarz. Die Schieferungsflächen, welche nach zwei sich kreuzenden Systemen schwach gewellt sind, zeigen den graulichen, silberglänzenden Glimmer in ganz kleinen Schuppen, die sich kaum von einander unterscheiden lassen. Der Glimmer hat hier, wie in allen hiesigen metamorphischen Glimmerschiefern, etwas häutchenähnliches, das an Thonglimmerschiefer erinnert; er ist nicht in ebenen, deutlichen Schuppen ausgebildet, die für sich von einander getrennt liegen, wie in vielen andern Glimmerschiefern. Der ganze Unterschied besteht aber möglicherweise auch nur darin, daß die Glimmerindividuen hier so klein sind, daß sich eben das einzelne dem Erkennen mit bloßem Auge entzieht. Die porphyrartig eingesprengten dunkelbraunen Glimmerindividuen sind rundlich und ungefähr einige Millimeter groß; die Lage ihrer Spaltungsflächen steht in keiner Beziehung zur Schieferung des Gesteins. Am besten treten sie auf verwitterten Oberflächen hervor, wo sie durch ihre bronceähnliche Farbe sich von dem umgebenden silberglänzenden Glimmer deutlich abheben. 4 sind schwarze, schwach gerunzelte, glänzende Schiefer mit dünnen, platten Marmorknauern (ursprünglich vielleicht Korallen) und zahlreichen Linsen von Quarz, mit welchen letzteren auch manchmal grobkrystallinischer Kalkspath vorkommt. Nach einer kurzen Unterbrechung des Profils folgen nun (5) dünnschiefrige, helle, graulichgrüne Schiefer, die als quarzreiche Talkmuskovitschiefer bezeichnet werden mögen. Talk und Muskovit darin sind kleinschuppig; theilweise herrscht Quarz vor, und hat man dann Quarzschiefer.

Obgleich der übrige Theil des Profils nicht der Thonglimmerschieferabtheilung zugehört, möge er doch gleich hier mit betrachtet werden. Das nächstfolgende, mit vollen Linien schraffirte Gestein ist schön geschichtet, dunkelgrünlich, und bildet Hornblende den Hauptbestandtheil desselben; Chlorit und Feldspath treten daneben auf; meist ist es dickschiefrig, zuweilen beinahe massig.

Das punktirte Gestein ist Granulit. Hornblende, die in kleineren Individuen sich darin findet (vergl. Fig. 5), ist in wechselnder Menge vorhanden. Der Granulit bei *a* ist deutlich geschichtet, nur zum Theil granatführend; bei *b* ist er reich an Quarzeinschlüssen, meist von Erbsengröße.

x ist eine merkwürdige, ungefähr 1 m starke Konglomeratschicht. Ihre Natur kann man an einigen in der Nähe liegenden Steinen besser als am anstehenden Fels studiren, und ist von einem solchen die Figur 31

Digitized by Google

nach einer etwas verwitterten Oberfläche ausgeführt. Die Grundmasse ist grünlicher, schuppiger Chlorit, in welchem flachgedrücktes Gerölle liegt. Dasselbe besteht meistens aus einem graulichen, dichten und harten Gestein mit splittrigem Bruch oder aus einem schmutzig gelbgrünen, feinkörnigen Gestein; das erstere kann man, nach dem äußeren Habitus zu urtheilen, vielleicht als einen verhärteten Schiefer, das letztere als einen epidotreichen Diorit bezeichnen. Die Grundmasse ist gespickt mit grünlich schwarzen Hornblendenadeln und Magneteisenerzkörnern, wozu manchmal etwas Granat kommt. Dieselben Minerale finden sich auch in größerer oder geringerer Zahl in dem Gerölle eingestreut; einzelne Steine des letzteren enthalten jedoch nichts davon; speziell war dies der Fall mit einem scharf umgrenzten Stein einer grünlichen harten Bergart, wahrscheinlich Quarzit. Sehr häufig sieht man, daß die Hornblendenadeln aus der Grundmasse in die eingeschlossenen Gerölle hineinragen.

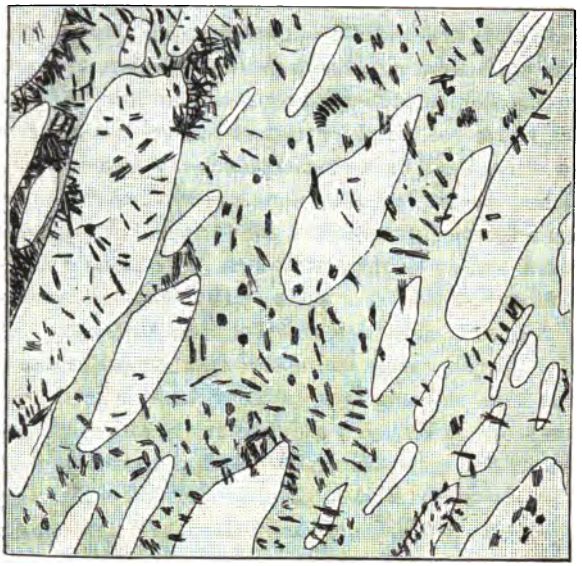


Fig. 31. Konglomerat mit epigenetischen Hornblendesäulchen und Magneteisenerz (dunkle rundliche Punkte). Natürliche Größe.

Unter dem Mikroskop erkennt man in der Grundmasse außer den angeführten Mineralien auch Feldspath, wahrscheinlich meist Orthoklas, doch auch etwas Plagioklas, Kalkspath, Magnesiaglimmer, Epidot (?) und Apatit. Die Fragmente, welche verhärtetem Schiefer gleichen, sind aggregatpolarisirend, wahrscheinlich eine Mischung von Feldspath und Quarz; außer den größeren Magnetitkörnern enthalten sie auch zahlreiche mikroskopische.

Das Konglomerat zwischen Vaksinen und dem Ulven-See tritt in Schichten auf, welche 70° in NW einfallen; die Steine sind alle abgerundet und erreichen Kopfgröße. Sehr deutlich läßt sich eine eigenthümliche Anordnung der Längendimensionen der Gerölle erkennen, auf welche wir zurückkommen werden. Im Profilschnitt zeigen sich die Konturen durchgängig rundlich; betrachtet man aber eine Schichtungsfläche, so zeigen sich die Steine langgestreckt in einer Richtung, welche 25° gegen W neigt. Mehrere Quarzadern sind im Konglomerat zu bemerken, bis zu mehreren

Digitized by Google

Centimeter Breite; einige hatten die Theile derjenigen Steine, welche sie durchschneiden, gegen einander verrückt.

Das Konglomerat nördlich von Kalskogen habe ich näher untersucht. Die steilstehende Schichtung ist deutlich ausgeprägt; das Bindemittel ist quarzitartiger Sandstein, von welchem auch selbständige Einlagerungen vorkommen. Das Gerölle ist in den aufeinanderfolgenden Schichten von verschiedener Größe; es erscheint abgerundet, kaum einiges von Kopfgröße. Eine Flachpressung läßt sich mit Sicherheit hier nicht konstatiren. Auf die oben erwähnte Anordnung in der Längendimension der Steine war ich bei meinem Besuch hier noch nicht aufmerksam geworden. Sie lassen sich auch theilweise aus dem Konglomerat herauslösen; das Gestein derselben ist dem Bindemittel nicht unähnlich; es ist nämlich ein weißer, quarzitischer Sandstein von gröberem oder feinerem Korn. Häufig sind die Steine von Sprüngen mit rostfarbenen Wänden durchsetzt, nicht bloßen Haarspalten, sondern theilweise offenen, so daß man ganz gut eine Bleistiftspitze hineinstecken kann. Manchmal durchsetzt ein solcher Sprung den Stein nicht vollständig, weshalb es klar ist, daß der Stein in der Fortsetzung der Spalte gebogen worden sein muß; bei dieser Krümmung barst er auf der konvexen Seite, während er auf der konkaven sich biegen ließ. Ein einziger Stein bestand nicht aus Quarz, sondern feinschuppigem Talkschiefer mit eingestreuten dunklen Glimmerindividuen.

Dicht am Konglomerat studirte ich auch die früher erwähnte Wellung oder Fältelung der schwarzen, glänzenden Schiefer näher, und zeigt Figur 32, wie dieser Schiefer im Querbruch aussieht. Man hat es hier mit einer Abart der von Heim beschriebenen »Ausweichungsklivage« zu thun. Bei der feinen Runzelung kommen die kleinen Glimmerblättchen, die einen wesentlichen Bestandtheil des Gesteins ausmachen, da wo die Falten scharf umbiegen, fast in bestimmte Flächen zu liegen; sind diese Flächen zahlreich und von verhältnismäßig größerer Ausdehnung, so werden sie bestimmend für die Richtung, in welcher das Gestein beim Schlag zerspringt. Eine so erzeugte Spaltungsfläche hat ein gewisses filziges Aussehen, erzeugt durch viele kleine Lamellen, welche unter einem spitzen Winkel gegen die Fläche schneiden. Die ursprüngliche Spaltbarkeit existirt noch außerdem, kommt aber nicht zur Geltung, sie ist gefaltet worden. Es ist also hier eine doppelte Spaltbarkeit vorhanden. Auf den Umbiegungsflächen (wo die Gesteinsschichten zusammengedrückt sind) findet

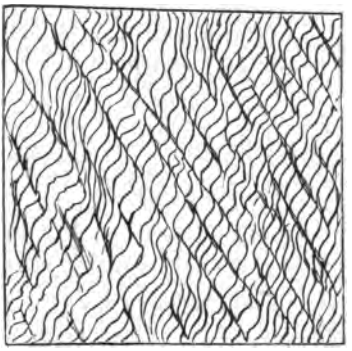


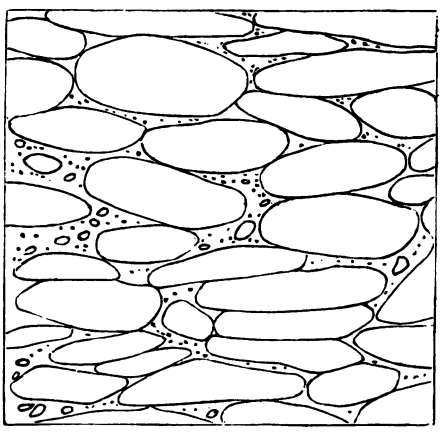
Fig. 32. Querbruch von schwarzem glänzendem Thonschiefer am Nordende von Ulvenvand. Natürliche Größe.

Digitized by Google

wohl manchmal eine Faltungsverrückung statt, aber bei der Gleichartigkeit des Gesteins ist das schwer mit Sicherheit zu beweisen. Übrigens braucht natürlicherweise nicht jede Spalte in einer der erwähnten Richtungen eine Verwerfung zu sein. Auch wenn aus anderen Gründen, z. B. in Folge Erdbebens, Temperaturwechsels etc., sich Spalten im Gestein bilden sollten, wird dies vorzugsweise in den erwähnten Richtungen geschehen.*)

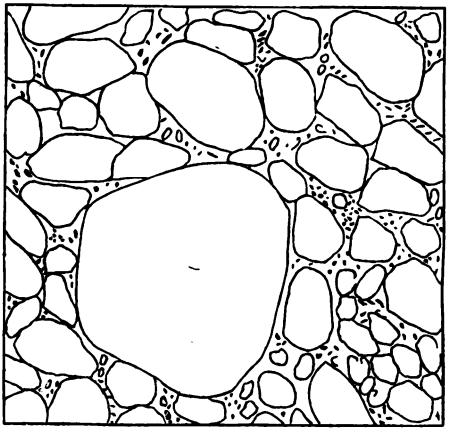
Die fossilführenden Schiefer werden später näher betrachtet werden.

Das Konglomerat an der Ostseite von Mörketjern zeigt die früher erwähnte Geröllanordnung sehr schön, Figur 33; alle Steine sind ellipsoidisch



30 cm

Schnitt lothrecht zur Fallrichtung.



30 cm

Profil.

Fig. 33 u. 34. Konglomerat von Quarzitgerölle am nördlichen Theil von Mörketjern. Beide Zeichnungen sind von derselben aufragenden Klippe.

*) Heim beschreibt »Ausweichungsklivage« in »Mechanismus der Gebirgsbildung. 2 Bände u. Atlas. Basel 1876.« Seite 54. Abbildung im Atlas Pl. XV Fig. 11. Zur Gegenüberstellung mit der oben erwähnten Erscheinung gebe ich hier zwei Zeichnungen, Fig. 35 A und B, die eine andere Art illustriren mögen, auf welche Transversalschieferung entstehen kann. Das Gestein ist ein dunkler Phyllit, anstehend am Zschopauflusse bei Döbeln, Sachsen.

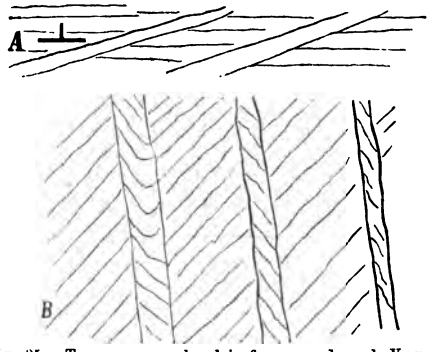


Fig. 35. Transversalschieferung durch Verwerfungsspalten im Phyllit hervorgerufen. Döbeln in Sachsen. Natürliche Größe.
A Horizontalschnitt. B Profilschnitt.

A zeigt einen Horizontalschnitt durch den Schiefer. Das Haupteinfallen ist in nördlicher Richtung, aber in gewissen beinahe lothrechten Platten, welche die Streichrichtung unter einem spitzen Winkel durchschneiden, ist die Fallrichtung eine gerade entgegengesetzte. Dies geht deutlich aus dem Profilschnitt B hervor.

Digitized by Google

langgestreckt und liegen parallel mit einander, hier ungefähr horizontal in der Streichrichtung.

An der Südseite vom Tyssedal-See bemerkt man ein eigenthümliches Verwitterungsphänomen bei dem kleinen Wege, der vom Hauptwege zum Hofe Tyssedal führt. Hier steht grauer, glänzender Thonschiefer in steilen Schichten an; die verwitternden, zerfallenden Schichtenköpfe biegen sich auswärts gegen die Schutthalde um, wie Figur 36 zeigt.

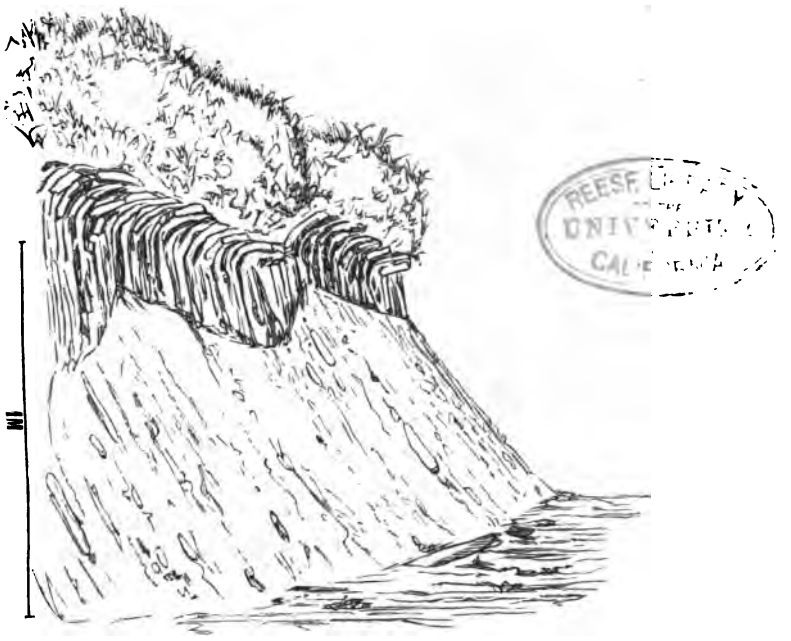


Fig. 36. Glänzende Thonschiefer mit umgebogenen Schichtenköpfen. Am Südende vom Tyssedal-See.

Das Gestein ist einem Seitendruck ausgesetzt gewesen, wodurch seine Dimension in der Druckrichtung vermindert wurde. Diese Verminderung hat nicht nur durch Faltung geschehen können, da das Gestein nicht hinlänglich plastisch gewesen zu sein scheint, vielleicht weil es nicht genügend belastet war. Es hat die Verminderung dadurch erreicht, daß sich Verwerfungsspalten lothrecht gegen die Druckrichtung gebildet und gleichzeitig die Schieferlamellen innerhalb der so abgescherten Platten eine schräge Stellung eingenommen haben.

Man sieht bei diesen zwei Schiefervorkommen, Ulven und Döbeln, Transversalschieferung durch Seitendruck auf zwei verschiedene Weisen entstanden. Was man hier im Kleinen betrachtet, hat, wie bekannt, sein Gegenstück im Großen: Faltungen und Verwerfungen, die in wesentlichem Grade die Konturen und das Relief der Kontinente bedingen. Das Ganze kann von einem Gesichtspunkt aus betrachtet werden; die Dimensionen sind verschiedene, aber das Wesen ist dasselbe.

Digitized by Google

Ein ganz ähnliches Vorkommen zeigt sich auch bei den Schiefern von Vagtdal.*)

Vom Hofe Tyssedal unternahm ich eine Wanderung nordöstlich durch das dortige Thal. Man geht über schiefrigen, quarzitartigen Sandstein, 80° in NW einfallend, in welchem etwas thalaufwärts ein Konglomerat vorkommt. Bindemittel desselben ist der quarzitartige Sandstein, der sich theilweise nach dünnen Muskovithäutchen, welche ihn durchziehen, aufspalten läßt. Die Gerölle bestehen aus demselben Sandstein und sind in hohem Grade flachgedrückt. Von der verwitterten Oberfläche lassen sie sich theilweise loslösen und zeigen sich dann mit einem dünnen Überzuge von Muskovit.

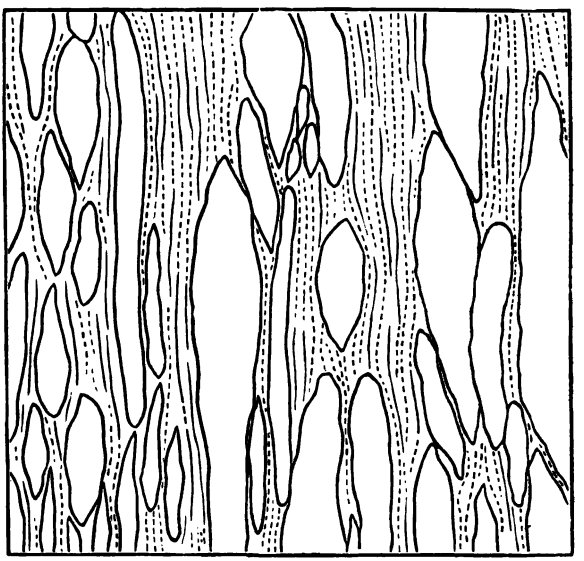


Fig. 37. Flachgepreßtes Konglomerat. Bindemittel ist quarzitartiger Sandstein, ebenso die Gerölle. Die gestrichelten Linien in der Grundmasse bezeichnen Muskovitlamellen. Profilschnit. Tyssedal.

Von der Höhe hier hat man einen guten Blick gegen SW über die fossilführende Zone bei Ulven. Zunächst im Vordergrunde ziehen sich auf den Beschauer zulaufend die besprochenen Sandsteinschichten, dann folgt der Bauerhof Tyssedal und der Tyssedals-See. Jenseits desselben ist das mit punktirten

*) Diese Erscheinung ist bereits früher auch von andern Orten beschrieben, z. B. vom Sericitgneiß im sächsischen Granulitgebiet; indeß stellt sich die Sache doch, nach dem, was ich im Steinbruch bei Döbeln gesehen habe, etwas anders. Der Sericitgneiß ist ein dickschiefriges Gestein und wird gegen die Oberfläche zu von zahlreichen Spalten durchsetzt, die frische Wände haben und offenbar durch Gewalt entstanden sind, also keine Haarspalten, die durch Verwitterung ausgeweitet worden, wären. Die zerstückelten Schichtenköpfe sind nun ähnlich wie unser Thonglimmerschiefer umgebogen. Die Zwischenräume der Bruchstücke sind offen oder theilweise mit Thon ausgefüllt, der übrigens auch von oben in die Spalten des festen Gesteins eingedrungen ist. Über den umgebogenen Schichtenköpfen liegt Grus, in welchem dem Schuttabhange parallel Steine eingebettet sind; über dem Grus lagert an einigen Stellen Lößlehm. Ich bin der Meinung, daß die Umbiegung hier etwas anderem als der Verwitterung und einem langsamen Abwärtsgleiten der dünnen Grusdecke, welche auf dem Gestein liegt, zuzuschreiben ist. Daß ein solches Gleiten stattfinden kann,

Digitized by Google

Linien Bezeichnete Sandstein und das durch kleine Ellipsen Bezeichnete Konglomerat der Ulven-Ebene (U); zwischen derselben und dem Tyssedals-See hat man die fossilführenden Schiefer. Lifjeld und Vardefjeld (Va) bestehen aus Saussuritgabbro, Strönen, Storevarde und Skogefjeld an der rechten Seite des Bildes aus Dioritschiefer und verwandten Gesteinen. —

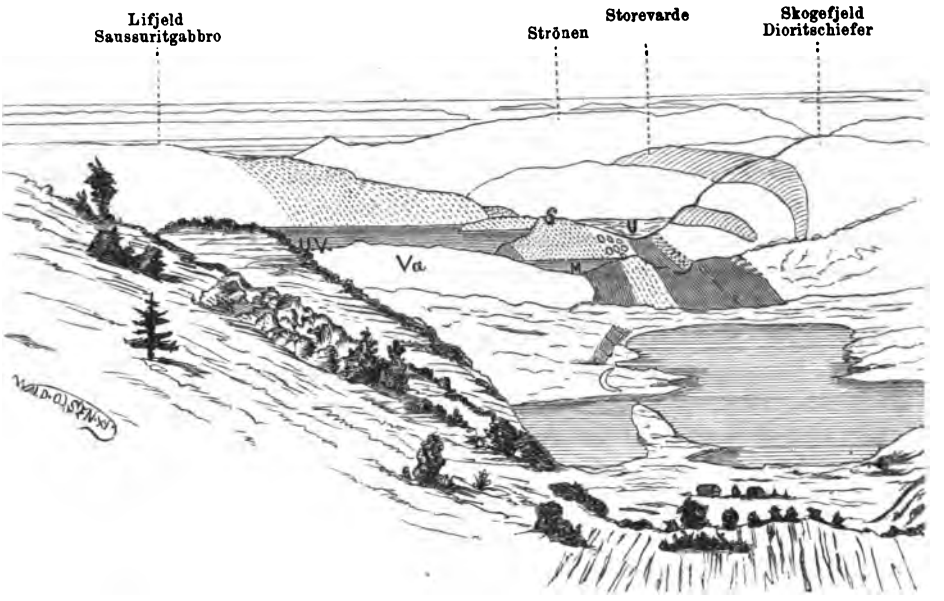


Fig. 38. Aussicht vom Tyssedal, nordöstlich vom gleichnamigen Bauerhofe.
UV Ulvensee. *Va* Vardefjeld. *S* Skarfjeld. *M* Mörketjern. *U* Ulven-Ebene.
Im Hintergrunde sieht man das Meer und die Inseln bei Mögster.
Die punktirten Linien bezeichnen Sandstein, bei *U* mit Konglomerat.
Die dunkel schraffirten Partien sind Schiefer.
Bei Storevarde und Skogefjeld ist Gneiß schraffirt.

Im Tyssedal finden sich auch schöne Blöcke eines weißen Gesteins mit grünen Flecken; nach dem Aussehen in Handstücken könnte das Gestein als Epidotgranit bezeichnet werden. Bei näherer Betrachtung erkennt

---

selbst wo eine Vegetation die Oberfläche gewissermaßen zusammenbindet, kann man sich wohl vorstellen und die Ursache davon in durchsickerndem Wasser und dadurch bedingtem Zusammensetzen der Masse finden. Daß ein solches Gleiten aber wirklich stattfindet, ist freilich meines Wissens noch nirgends nachgewiesen worden.

Wenn ich die Sprünge, die das feste Gestein durchsetzen, in Betracht ziehe, und daran denke, wie frisch der aufgesprungene Sericitgneiß ist, kann ich mich nicht des Gedankens erwehren, daß Erderschütterungen die Ursache des Phänomens sind; und man braucht sich dabei auch gar keine stärkeren zu denken, als wie sie ab und zu in jener Gegend vorkommen. Bei unseren umgebogenen Thonschieferschichten könnte man wohl eher an eine stetige und langsame Bildung denken, aber im Hinblick auf jenes sächsische Vorkommen bin ich doch geneigt, auch dem unsrigen einen ähnlichen Ursprung zuzuschreiben.

Digitized by Google

man, daß der weiße Feldspath zum großen Theil Plagioklas ist. Die Bestandtheile treten in unregelmäßig umgrenzten Partien auf.

Nördliche Schichtenreihe von Dioritschiefer und verwandten Gesteinen.

Die Gesteine sind hier dieselben wie in der früher behandelten südlichen Schichtenreihe, nur ist ihre Textur vielleicht häufiger eine derartige, daß die einzelnen Bestandtheile großkörniger und deshalb deutlicher erkennbar sind. Die Hornblende erscheint beinahe immer säulenförmig, der Feldspath mit weißlicher Farbe feinkörnig bis dicht. Saussuritgabbro habe ich an einzelnen Stellen gefunden, vornehmlich im östlichen Feldtheile; eine genauere Prüfung seiner petrographischen Natur habe ich jedoch nicht vorgenommen. Ziemlich häufig tritt Granulit, manchmal sehr reich an Hornblende, auf, ja es scheint hier eine zusammenhängende Übergangsreihe vom echten Hornblendeschiefer bis zu einem Granulit mit wenigen kleinen Hornblendenadeln vorhanden zu sein.

Ich bin nicht im stande, eine übersichtliche Darstellung des gegenseitigen Verhaltens der Gesteine in der hier behandelten Zone zu geben, die auch zum größten Theile aus waldbedeckten Bergen, ohne Weg noch Steg besteht. Nur auf einzelne Punkte kann ich die Aufmerksamkeit des Lesers lenken.

Von Hagevik reiste ich längs der Küste nordwestwärts. Auf das in Figur 30 gezeichnete Profil folgt eine Reihe von feinkörnigen Hornblendeschiefern, untermischt mit feinkörnigen hellen Gesteinen, welche in einigen Fällen als Gneiße oder Glimmergranulite zu bezeichnen sind, oder die feine Hornblendenadeln führen und dann als Hornblende-Granulite sich darstellen.

Der Granulit, welcher in Schichten von einem oder mehreren Metern vorkommt, tritt im Verhältnis zum Hornblendeschiefer nur untergeordnet auf; er ist feinkörnig, im Innern graulich, nahe der Oberfläche weiß und gleichzeitig sehr mürbe, so daß er sich zwischen den Fingern zerreiben läßt. Granat ist nur sparsam in ganz kleinen Körnern vorhanden. In einer Schicht trat porphyrartig eingesprengt glasartiger Feldspath auf; an andern Stellen fanden sich Einschlüsse von flachen Hornblendeschieferbruchstücken, mit ihren Längendimensionen parallel der Schichtung angeordnet.

In der kleinen Bucht Askevaag steht heller glimmerarmer Gneiß an, steil in NW einfallend; das Gestein, das theilweise massiv ist wie ein Granit, enthält reichlich Quarz, welcher eine Andeutung davon zeigt, als wäre er in langgestreckten Linsen, fast wie beim Quarzaugengneiß, aus-

Digitized by Google

gesondert. Weiter westwärts steht überall sehr massiver Gneiß an, im Großen wie Granit aussehend.

Tonganaes: Feinkörniger Hornblendeschiefer, manchmal Feldspath führend und da ohne Parallelstruktur. Mit ihm zusammen kommen andre grünliche Schiefer vor. Eine ungefähr $^1/_2$ m mächtige Schicht besteht aus feinem, filzigem Strahlstein mit großen, porphyrartig eingestreuten, kurz säulenförmigen, grünlichschwarzen Hornblendekrystallen, die über der verwitterten Oberfläche hervorstehen.

Viele Schichten, welche eine Stärke von vielleicht bis zu 1 m erreichen können, sind mit feinkörnigen Granitadern durchwebt, die vornehmlich parallel mit der Schichtung laufen. Manchmal sind diese Granitadern so reichlich vorhanden, daß man eine Breccie von lauter flachen, übrigens aber unregelmäßigen Bruchstücken erhält. Es sind jedoch nur gewisse Schichten, welche diese Breccienstruktur zeigen; sie wechseln mit anderen ab, die wenig oder gar keine Granitadern aufzuweisen haben. Hier bei Tonganaes war kein Granulit zu beobachten.

Auch weiter nordwärts ist das Vorkommen das gleiche. Die Figur 39 abgebildete kleine Strandpartie nördlich von Tonganaes wählte ich zum Gegenstand spezielleren Studiums; sämmtliche Schichten stehen lothrecht:

1. ist feinkörniger Grünschiefer, welcher anscheinend wesentlich aus feinstrahliger Hornblende besteht; man hat verschiedene Varietäten, z. B. eine mit eingestreuten kleinen Glimmerindividuen, eine andere mit kleinen Linsen eines grünlichen, nicht näher bestimmten Minerals.
2. sind feinkörnige Grünschiefer und andere dergl. Hornblendegesteine, durchzogen von Adern eines feinkörnigen Quarz- und Feldspathgemisches, einer Art Granit. Wo sie zahlreich auftreten, erhält das Gestein ein breccienartiges Aussehen.
3. dergl., auf dieselbe Weise von einem weißlichen Gestein mit kleinen Hornblendenadeln, Granulit, durchflochten.
4. ist Granulit, feinkörnig, mit Hornblendenadeln. Was die zwei stärkeren Lagen zu oberst in der Figur anbetrifft, so bestehen sie aus feinkörnigem, weißlichem Gneiß oder Glimmergranulit mit wenig bräunlichem Glimmer und einem grünlichen Mineral, wahrscheinlich Talk. Das Gestein enthält ungefähr linsengroße Kugeln und Ellipsoide von Quarz, bei näherer Betrachtung erkennt man auch kleine Hornblendenadeln; zwischen den beiden Schichten tritt eine dünne, glimmerreichere auf.
5. fein- bis grobkörniges Gemenge von Feldspath und Quarz.
6. ist ein Feldspath-Hornblendegestein mit Parallelstruktur; feinkörniger Feldspath bildet eine Grundmasse, worin ungefähr 1 cm große Hornblendelinsen eingestreut liegen, die entweder aus einem großen oder mehreren ganz kleinen Individuen bestehen.

Digitized by Google

7. ist grobkrystallinische Hornblende oder ein Gestein, bestehend aus bis centimetergroßen Hornblendekrystallen, eingestreut in feinstrah-

Fig. 39. 8 Meter vom Strande nördlich von Tonganaes.
1 Grünschiefer. 2 Grünschiefer, von Granitadern durchsetzt. 3 Grünschiefer mit Granulitadern. 4 Granulit. 5 Gemenge von Feldspath und Quarz, in der Mitte grobkörnig, weiter rechts reiner Quarz (schwarz mit kreuzenden weißen Linien). 6 Feldspath-Hornblendefels mit Parallelstruktur. 7 Grobkrystallin. Hornblendefels mit Granitadern.

liger Hornblende, wie von Tonganaes bereits beschrieben. Das Gestein ist theilweise von Granitadern durchsetzt; an der Grenze mit dem Gestein 6 erscheint keine scharfe Abgrenzung.

Digitized by Google

Auch auf der weiteren Reise nordwärts treten dieselben Gesteine auf. Die Schichtung ist gewöhnlich eine regelmäßigere, als an der speziell behandelten Lokalität; das Fallen überall steil in NW oder lothrecht. Bei Hildeshavn herrschen echte Grünschiefer vor, weiter nördlich treten mehr feldspathführende Hornblendeschiefer auf (wahrscheinlich auch mit Quarz). In einzelnen Schichten wiederholen sich die früher beschriebenen eigenthümlichen Granitadern. — An der Stelle, wo man nach Badland einbiegt, steht Quarzit mit hellem Glimmer an, welches Mineral theilweise vorherrscht und einen Glimmerschieferhabitus bewirkt.

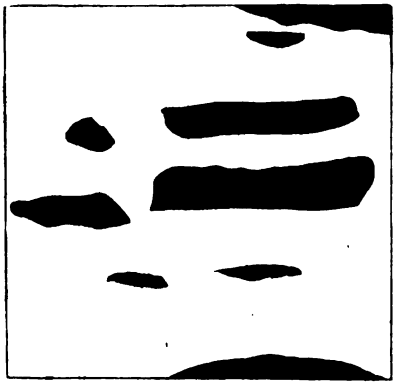


Fig. 40. Bruchstücke von Dioritschiefer in Quarzaugengneiß. Sprengung bei »Bergenserleiren«, Ulven.

Bei Ulven, ungefähr in der Mitte unsrer Karte, findet man an einer Stelle, wo Sprengungen vorgenommen wurden, in dem daselbst anstehenden Quarzaugengneiß Bruchstücke von Grünschiefer, wie Figur 40 zeigt.

Wenn man von der Ulven-Ebene den Fahrweg nordwärts wandert, hat man gleich zu Anfang ein enges Thal, dessen westliche Seite auf ungefähr 90 m Länge das nachstehende Profil zeigt.

Fig. 41. Profil, ungefähr 90 m lang, bei dem Wege von der Ulven-Ebene nordwärts gegen Lysekloster.

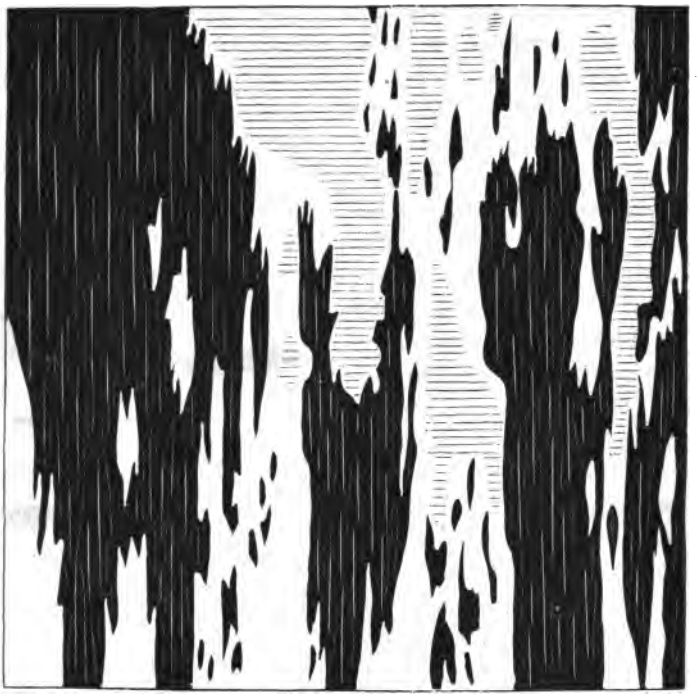
1 Granulit ohne Granaten. 2 Feinkörniger, weißlicher Gneiß, eingelagert schwache Grünschieferlager. 3 Grünschiefer. 4 Grünschiefer mit schwachen Granitadern. 5 Feinkörniger Diorit ohne beobachtbare Parallelstruktur. Theilweise ist das Gestein porphyrartig in Folge eingesprengter weißlicher Feldspathkrystalle.

Der Diorit erstreckt sich bis gegen Aasen, an einigen Stellen durch dünnschiefrigen Grünschiefer und Saussuritgabbro unterbrochen. Bei Aasen tritt Granulit auf, welcher im Vergleiche mit dem in Figur 7 abgebildeten, den ich für unsre Gegend als den normalen anzusehen geneigt bin, viel mehr Hornblende (lauter kleine Individuen) enthält; Granat tritt nur accessorisch auf und fehlt oft ganz. Mit dem Granulit wechsellagern Diorit, Dioritschiefer und Grünschiefer. Im Diorit, der gern Parallelstruktur zeigt, und im Dioritschiefer kommt die Hornblende oft in linsenförmigen Augen vor, nicht wie sonst in säulenförmigen Individuen.

Die große Gneißschicht südlich von Söpteland, im nördlichsten Theile unsrer Karte, ist wie die übrigen hiesigen Gneißschichten ziemlich granit-

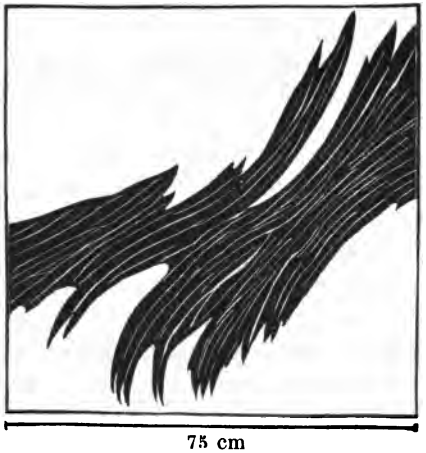
Digitized by Google

ähnlich und enthält Schollen von Grünschiefer; diese sind am Hauptwege, nahe der südlichen Grenze des Gneiß, auffällig aufgesplittert, wie dies in den Figuren 42 und 43 dargestellt ist.



1 m

Fig. 42. Granitähnlicher Gneiß mit Bruchstücken von Grünschiefer. Der Gneiß ist graulich und besteht hier fast ausschließlich aus Feldspath und Quarz; der schraffirte ist mittelkörnig, der übrige Theil feinkörnig.



75 cm

Fig. 43. Grünschiefer wie in der vorigen Figur; der Gneiß ist granitähnlich, mittelkörnig und enthält nur wenig Glimmer.

Die Grünschiefer in den Bruchstücken sind leicht verwitternde, etwas Feldspath führende, grünliche Talk- oder Chloritschiefer. Als ich das erste Mal diesen Gneiß untersuchte, nannte ich ihn unbedenklich Granit; erst später, nachdem ich mehrere ähnliche Vorkommen gesehen hatte, fand ich mich zu der Bezeichnung Gneiß bestimmt.

Digitized by Google

Lysekloster's krystallinische Schiefer.

Die Gesteine sind hier zum Theil dieselben, wie im letzten Abschnitt: Diorit, Hornblendeschiefer etc.; aber daneben treten hier Gesteine auf, welche dort fehlen, namentlich kleinkörniger Gneiß mit hellem Glimmer; in diesem Gestein erhält manchmal der Quarz die Oberhand, so daß es in einen grauen Quarzit übergeht, der übrigens auch hellen Glimmer und zum Theil gleichzeitig etwas Feldspath enthält. Von andern Gesteinen ist hier hauptsächlich Hornblendechloritschiefer und quarzführender Chloritglimmerschiefer zu bemerken; der letztgenannte enthält Quarzlinsen und führt meist Biotit, aber auch Muskovit. (Siehe im übrigen die Karte.)

Glazialschutt.

Die vormaligen Gletscher haben an verschiedenen Orten Merkmale hinterlassen, im Ganzen genommen aber sind dieselben in dieser Gegend doch wenig ausgeprägt; durch die postglaziale Verwitterung sind sie zum großen Theil verwischt worden.

Die Anhäufungen von losem Geschiebe bei Skeie und Grindevold erwecken nicht den Anschein, als wären sie durch einen Wasserlauf an ihren Ort geführt worden, da hier nur einige armselige Bäche vorhanden sind, von denen der wichtigste der Ablauf eines naheliegenden großen Moor ist. Wahrscheinlich haben wir es hier mit Moränengrus zu thun, der zwischen Gabbrokuppen abgelagert und später vom Wasser geebnet wurde. Die Ablagerungen sind nämlich nach oben durch Flächen begrenzt, welche in verschiedenen Höhen liegen, also eine Art Terrassen; später wurden sie von den vorhandenen Wasserläufen durchfurcht.

Den Abfluß des Ulven-Sees sollte man nach dem ganzen Bau der Landschaft bei Ytre Moberg erwarten; hier ist er aber jetzt gesperrt durch eine Grusmasse, die ohne Zweifel eine Stirnmoräne repräsentirt. Der kleine Fluß, der den jetzigen Ablauf bildet, läuft in steilem Falle zwischen den Höfen Kuven und Indre Moberg hin. Ungefähr in der Mitte vom Ulven-See bei Kuventrae, da wo Tonganaes vorspringt und wo der See zugleich sehr seicht ist, findet man eine zweite Stirnmoräne; an dem oberen Ende des Sees sind einige Terrassen zu sehen.

Nördlich von Ulven, bei Aasen, sah ich die Steine in dem durch Wegearbeiten bloßgelegten Moränengrus genauer an; ich konnte keine andern bemerken als Saussuritgabbro, Grünsteine und ähnliche Gesteine sammt Gneißen; alle scheinen ihren Ursprung in der nächsten Umgebung zu haben. Dasselbe war, soweit ich mich erinnere, auch mit den Steinen bei

Digitized by Google

Os der Fall. Was hier von den Moränensteinen gesagt wurde, gilt ebenso auch von den losen Steinen weiter nördlich, außerhalb unserer Karte. Es scheint, als ob man südlich von der Wasserscheide des Kallands-Sees (*Ka*, Fig. 2) keine Wanderblöcke von Labradorstein mehr findet, welche doch weiter nördlich ziemlich häufig zu sehen sind.

Südlich vom Tyssedals-See kommt eine Endmoräne vor und westlich von demselben, bei Hetleflaat, eine Terrasse.

Fossilien in den krystallinischen Schiefern.

Der Erhaltungszustand der Fossilien ist ein zu unvollkommener, als daß er das Material für eine eingehende paläontologische Behandlung geben könnte. Das Interesse, welches sich daran knüpft, ist ein rein geologisches.

Wie früher erwähnt, finden sich Versteinerungen in zwei verschiedenen Niveaus. Die Fauna beider weicht von einander ab, wie ebenso der Erhaltungszustand ein verschiedener ist. Im südlichen Niveau kommen schwärzliche, glänzende Thonschiefer vor, welche graulichblauen, krystallinischen Kalk führen. In denselben treten die zu weißem krystallinischen Kalke umgewandelten Fossilien auf, welche man nur im Querschnitte als helle Zeichnungen auf dunklem Grunde erkennen kann. Der Kalk tritt theils in starken Lagen, theils in kleineren Knollen auf, die mehr oder minder dicht an einander liegen, manchmal so dicht, daß nur wenig von dem glänzenden Thonschiefer dazwischen zu sehen ist. Solche Knollen enthalten bei Kuven Becherkorallen, Halysites und Syringophyllum. Die beiden letzteren finden sich in den starken Kalklagen am Os-Flusse, nahe dessen Mündung, sowie beim Bauerhof Valle, wo man zugleich nicht wenige Gastropoden-Querschnitte sieht. Andere Fossilien sind bis heute in diesem Niveau nicht beobachtet worden.

Das andere Niveau weist eine bedeutend reichere Fauna auf. Die aufgefundenen Fossilien rühren alle von verschiedenen Aufgrabungen her, die entlang dem Wege vorgenommen wurden, welcher von Ulven gegen Nordost nach dem Hauptlandwege führt. Bei Ulven geht der Weg über stark glänzende, graue Schiefer, wahrscheinlich eine Art Glimmerschiefer; in ihm treten flache Kalkknollen auf, meist schichtenweise angeordnet. Zum großen Theile, wenigstens nahe der Oberfläche, ist der Kalk abgewittert und hat etwas rostfarbene Erde hinterlassen. Ungeachtet die Schieferungsflächen fein gerunzelt sind und so der Schiefer nach den Erfahrungen, die ich gemacht habe, nicht einladet, nach Versteinerungen zu suchen, so fand ich solche doch in ihm. Ich fand sogar hier, am 28. Juni 1881, das allererste Fossil. Von Bergen aus hatte ich einen Ausflug gemacht, um die unzweifelhaft klastische Schicht, nämlich Quarzitkonglomerat, wiederzusehen, welche mir im Jahre

Digitized by Google

1876 hier aufzufinden geglückt war. Am genannten Tage war es so außerordentlich regnerisch, daß ich schon nahe daran war, meine Exkursion als mißglückt zu betrachten, und im Begriff stand, zurückzukehren. Ich wartete gerade auf mein Fuhrwerk, als ich beim Niederbeugen zu der Klippe, auf welcher ich stand, zu meiner Freude den Abdruck eines Favosites fand; am selben Tage fand ich auch Versteinerungen bei Kuven. Nach telegraphischer Konferenz mit Professor Kjerulf veränderte ich nunmehr meinen ursprünglichen Reiseplan, der mich für die geologische Landesuntersuchung in die nördlich vom Sognefjord gelegenen Konglomeratfelder geführt haben würde. So verdankt die vorliegende Arbeit ihre Entstehung also einer halb zufälligen Begebenheit.

In den Schiefern von Ulven habe ich keinen anderen als den erwähnten Favosites oder richtiger Favosites-Abdruck gefunden. Man sieht diesen Abdruck auf den Wänden des Hohlraums, der früher von Kalk ausgefüllt war; in den oberen Theil der Röhre des Favosites ist Thonsubstanz eingedrungen, und dieser jetzt zu Glimmerschiefer umgewandelte Thon ist es, welchen man nach der Zerstörung des Kalkes vor sich hat.

Geht man auf dem Wege von Ulven nordöstlich, so findet man dort, wo derselbe gegen Vagtdal hinabgeht, dunkle Schiefer, nicht minder glänzend als die gewöhnlichen; zum Theil sind sie ein wenig gekräuselt, kleinere Platten können aber vollständig ebenschiefrig erscheinen. Hier findet man rostfarbige Abdrücke von Graptolithen, aber nur spärlich, so daß man es nicht so genau nehmen muß, eine Stunde kürzer oder länger zu suchen.

Bei dem Bauerhof Vagtdal kommt man zu der reichsten Fossil-Fundstätte. Das Gestein ist hier ein lichtgrauer, glänzender Schiefer, der dem unbewaffneten Auge wesentlich aus kleinschuppigem Muskovit zu bestehen scheint; in ihm kommen porphyrartig eingesprengt rundliche Individuen braunen Glimmers vor, dessen Spaltungsflächen von der Schieferung unabhängig sind. Unter dem Mikroskop erkennt man, daß das Gestein zu einem wesentlichen Theile aus einem wasserhellen Mineral, Quarz, besteht, das sehr feinkörnig, aggregatpolarisirend ist und nicht den Eindruck einer Bruchstückstruktur hervorruft; weiter sieht man den hellen Glimmer und die großen braunen Glimmerindividuen, um welche herum das erwähnte wasserhelle Mineral meist sehr rein auftritt, weiter bräunlichen Rutil, oft in Zwillingen, zwei und zwei Individuen zusammengewachsen. Das mikroskopische Bild des Gesteins ist endlich gleichsam überstäubt mit einer Menge kleiner dunkler Flecken und Punkte, deren Natur sich nicht näher konstatiren läßt.

Von diesem Gestein hat Professor Kjerulf bereitwilligst eine Untersuchung vorgenommen: »Mit einer besonderen Menge desselben von über 4 g bestimmte ich den Titansäuregehalt, wovon ich 1,45% erhielt. Die andere, in den weiter unten mitgetheilten Analysen enthaltene Titansäure-

Digitized by Google

bestimmung resultirte bei der Behandlung der gefundenen Mengen von Eisenoxyd, Thonerde und Kieselsäure. Hiervon kommen zusammen 0,89 Titansäure. Wahrscheinlich sind die Rutilnadeln in den dünnen Schichten, aus welchen das glänzende Gestein besteht, ungleichmäßig vertheilt.

»Um die Rutilkrystalle behufs Messung unter dem Mikroskop frei zu legen, wurde versucht, das pulverisirte Gestein zu schlemmen, theils in rohem Zustande, theils nach der Behandlung mit Flußsäure; in beiden Fällen erhält man Material genug zu Präparaten, in denen man eine Auswahl ausgesonderter Krystallstücke hat. Die Rutilnadeln, die man in den Präparaten mit den unbewaffneten Augen eben noch als Staubpartikel erkennen kann, zeigen sich unter dem Mikroskop sehr deutlich. Am häufigsten sind es klare Säulenstücke von goldgelber oder schwach bräunlichgelber Farbe, seltner unklar und schmutzig gelb. Sie sind wenig oder gar nicht dichroitisch und löschen gerade aus. Knieförmige Zwillingsbildungen, besonders V-förmige, waren nicht ganz selten, eine oder mehrere in jedem Präparat. Die Kniewinkel gehören den horizontal im Präparat liegenden Rutilkrystallen an, einer maß 114° 25′. Die Säulenstücke müssen als ∞P und $\infty P\infty$ gedeutet werden, die Spitzen waren nicht zu sehen, da alle Krystalle, vielleicht durch die Pulverisirung, an den Enden abgebrochen waren. Dagegen wurde eine feine Streifung wahrgenommen, die sich schräg über die Säulenflächen zieht, als ob es Durchschnittslinien einer Fläche von $P\infty$ projizirt auf ∞P wären. Diese Streifung, welche wohl im allgemeinen beim Rutil wenig beachtet worden ist, findet sich doch bei näherer Untersuchung auch an größeren Rutilkrystallen in Sammlungen, sie tritt aber an den undurchsichtigen Krystallen nicht so auffällig hervor, wie hier an den durchsichtigen Nadeln.

»Außer den reichlichen Rutilnadeln konnte unter dem Mikroskop in dem roh geschlemmten und ebenso in dem durch Flußsäure unangegriffenen Staub noch Turmalin in zierlichen und nicht entzwei gebrochenen Krystallen nachgewiesen werden. Dieselben sind dem unbewaffneten Auge im Präparate kaum sichtbar; sie sind stark dichroitisch mit röthlich grauer und meergrüner bis schwach bläulicher Farbennüance, manchmal scheint auch ein oder der andere Krystall verschieden gefärbt zu sein. Sie löschen ebenfalls gerade aus. Wenn man die Formen der Camera im Mikroskope aufzeichnet, bekommt man zwar schlechte Krystallbilder, aber der Typus erscheint doch vollkommen kenntlich. In nachstehenden Figuren ist versucht worden, die Bilder nach den unter der Camera aufgezeichneten großen Konturen wiederzugeben. Die Messungen der Winkel an den Krystallenden, so wie sie sich bei horizontal liegenden Krystallen projiziren, ergeben natürlicherweise verschiedene Werthe, je nachdem die Krystalle entweder auf einer Fläche von ∞R oder einer solchen von $\infty R2$ aufliegen. Diese Säulen, vielleicht auch von einer Zwischenform, wurden bei einigen recht

Digitized by Google

deutlich gesehen, außerdem an den Enden B, vielleicht auch ein höheres Rhomboeder ($-2R$?).

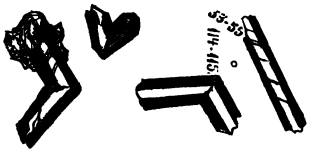


Fig. 44. Rutilnädelchen in den fossilführenden glänzenden Schiefern von Vagtdal.

Fig. 45. Turmalinkryställchen in denselben Schiefern.

»Die vollständige Analyse des Gesteins möge hier mitgetheilt werden. Nach dem Glühen des bei 100° getrockneten Pulvers war dessen Farbe sehr verändert, von hellbraun vor dem Glühen zu ziegelroth nach dem Glühen. Das gefundene Eisenoxyd ist als Oxydul berechnet und der Rest von 100% durch Wassergehalt supplirt worden, welcher ohne Rücksicht auf die Oxydation des Eisenoxyduls zu Oxyd zu 0,75% gefunden wurde. Fluor konnte nicht nachgewiesen werden, ebenso kein Magneteisen.«

»Kieselsäure	54,05
Thonerde	21,24
Eisenoxydul	7,70
Kalk	1,69
Magnesia	4,49
Kali	5,26
Natron	2,94
Titansäure	0,89; in einer besonderen Analyse 1,45.
Wasser und Verlust	(1,74).«

Der in Rede stehende Schiefer ist bröcklig, so daß man ihn leicht zwischen den Fingern zerreiben kann; er ist nicht, wie sonst allgemein, fein gerunzelt, hat aber doch ziemlich unebene Schieferungsflächen. Das Gestein schließt einzelne Kalkknollen ein, die häufig verwittert sind, so daß man nur Überreste von ihnen hat. In eigentlichem Schiefer finden sich die meisten fossilen Reste. Die Schalen sind zerstört, und als Verwitterungsprodukt rostfarbige Erde zurück geblieben. Wenn man den Schiefer aufspaltet, so zeichnen sich die Fossil-Abdrücke rostfarbig auf dem grauen glänzenden Schiefer ab. Die Fossilien sind Trilobiten, Becherkorallen, Kettenkorallen und Brachiopoden. Bei den Trilobiten bemerkt man mehrfach, daß sie nicht ganz der Schieferung parallel eingeschlossen sind, sondern dieselbe unter einem spitzen Winkel schneiden. Dies könnte darauf hindeuten, daß die Schieferungsrichtung von der Schichtung etwas verschieden ist; deutlich ausgeprägt konnte ich das jedoch nicht sehen.

Alle Fossilien hier bei Os erscheinen in hohem Grade verdrückt, was schon ein Blick auf die nachstehenden Figuren lehrt. Man vergleiche z. B.

Digitized by Google

die Abbildungen der Becherkorallen von Vagtdal (Fig. 51). Der Querschnitt derselben ist wohl einmal ein ziemlich runder gewesen, und jetzt erscheint er ca. 6 mal so lang als breit; das zweite Exemplar, einstmals ein hoher spitzer Kegel, zeigt sich jetzt als eine schwach erhabene Platte. Übrigens haben auch noch andere Formveränderungen stattgefunden, als nur dieses Zusammendrücken senkrecht zu den Schieferungsflächen. Die in Figur 46 (*a*) und 47 abgebildeten Trilobiten, die auf Schieferungsflächen lagen, sind, wie man sieht, in der Richtung dieser letzteren verzogen worden; in mehreren Fällen ist auch der eine Rand unter die übrige Schale heruntergebogen. Das hängt wohl damit zusammen, daß die Schale ursprünglich gewölbt war.*)

Bei der Bestimmung der Fossilien hat mir Professor Brögger freundschaftlich werthvolle Hülfe geleistet. Es sind folgende:

Trilobiten. Nur in der nördlichen Zone, Vagtdal. — Phacops (mit Dalmannites?) und Calymene.

Fig. 46. Calymene. Vagtdal. *a* isolirtes Schwanzschild.

Fig. 47. Schwanzschilder von Phacops (Dalmannites?). Vagtdal.

Gastropoden. Nur in der südlichen Zone.

Im Kalkstein bei Valle sieht man Querschnitte schiefgedrückter und schlecht erhaltener Gastropoden, von welchen folgende 3 Figuren Beispiele zeigen.

Das Geschlecht läßt sich nicht bestimmen; doch scheinen einige Individuen am ehesten auf Subulites oder Murchisonia hinzuweisen, Wie weit auch andere Gattungen, (namentlich Pleurotomaria) repräsentirt sind, ist ungewiß.

Brachiopoden. Nur in der nördlichen Zone, Vagtdal. Sie lassen sich nicht bestimmen.

*) Flachgedrückte Fossilien in Schiefern sind von Mehreren beobachtet, vornehmlich wohl von Daniel Sharpe: »On slaty cleavage.« Quarterly Journal of the geol. Soc. of London. Vol. III. Part I. Proceedings p. 74. Er erzählt, wie der eine Rand einer gewölbten Brachiopodenschale unter die übrige umgebogen sein kann, in ähnlicher Weise, wie dies bei unserm Trilobiten-Schwanzschild oben berichtet wurde.

Digitized by Google

Korallen. Sowohl in der südlichen wie in der nördlichen Zone. In ersterer kann man in dem dunklen Kalkstein nur die weißen Quer-

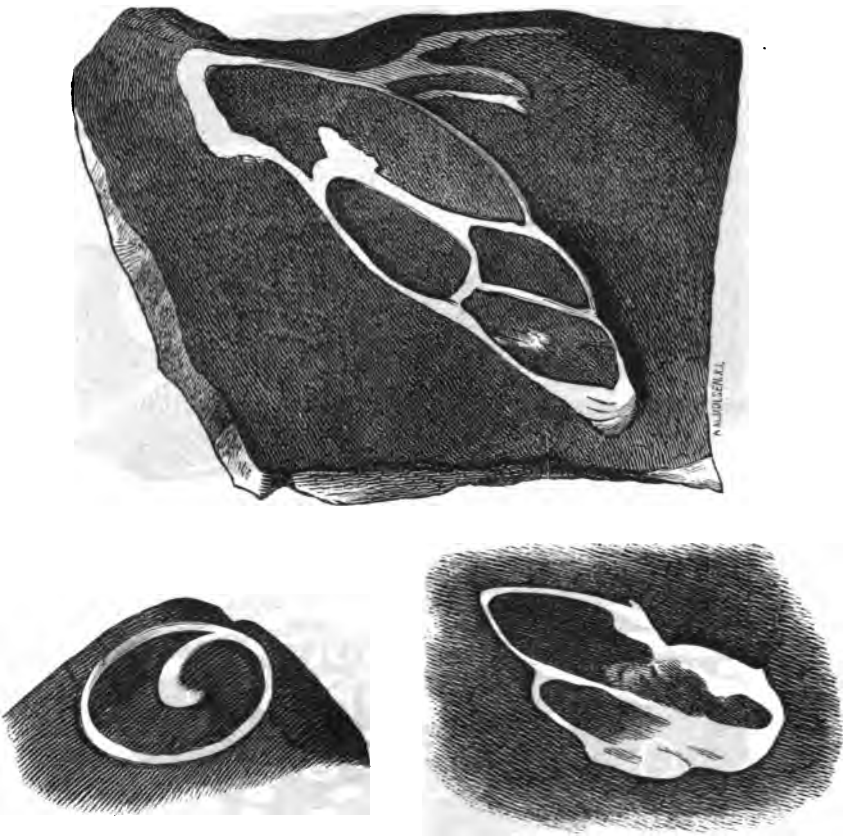


Fig. 48. Querschnitte von Gastropoden in dunklem Kalkstein. Valle bei Osören.

schnitte der zusammengedrückten Fossilien sehen; hiervon ist Cyathophyllum (oder eine Art derselben Gruppe) in Figur 49 abgebildet.

Halysites catenularia.

Weiter findet man in dem dunklen Kalkstein weiße Zeichnungen, die als röhrenförmige Körper gedeutet werden können; sie werden möglicherweise Syringophyllum organum angehören. Die nachstehende Figur 50 zeigt ein Stück Kalkstein, im obern Theil mit unregelmäßigen, kleinen weißen Lagen, die senkrecht auf der Ebene der abgebildeten Fläche stehen, im untern Theil mit Querschnitten der genannten Röhren.

In der nördlichen Zone findet sich weiter Favosites, eine größere Art, deren Erhaltungsmodus früher beschrieben wurde.

Digitized by Google

Bei Vagtdal kommt ferner eine nicht zusammengesetzte Becherkoralle vor.

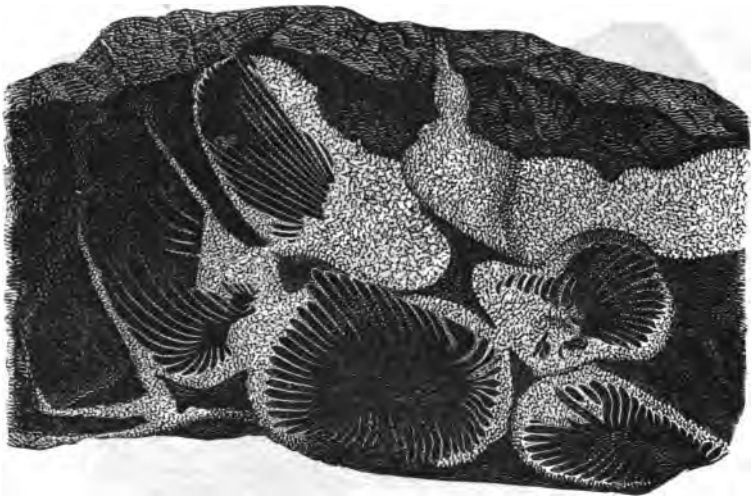


Fig. 49. Kalkstein mit Cyathophyllum von Kuven bei Osören. Natürliche Größe.

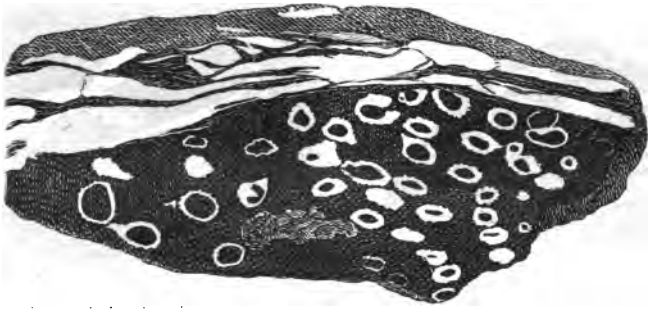


Fig. 50. Querschnitt von röhrenförmigen, theilweise etwas verdrückten Körpern (Syringophyllum organum?) in dunklem Kalkstein. Kuven bei Osören. Natürliche Größe.

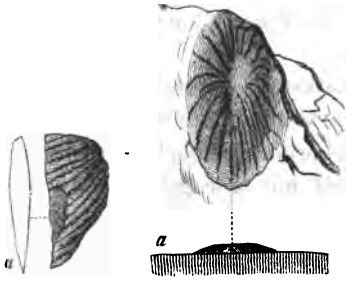


Fig. 51. Becherkorallen von Vagtdal. *a* Querschnitte derselben.

Graptolithen. Bis jetzt nur in der nördlichen Zone. — Rastrites. — Monograptus.

Einen etwas unsicheren Encrinitenstiel sah ich in der südlichen Zone. —

Die Graptolithen weisen mit Sicherheit auf ein Niveau hin, welches dem unteren Theil des Obersilur entspricht.

Digitized by Google

Die südliche Zone mit den häufigen großen Gastropoden, mit Kettenkorallen (und Springophyllum organum?) würde dann, wenn sich bestätigt, daß sie unter der nördlichen Zone liegt, am meisten der Etage 5 im südlichen Norwegen entsprechen.

Trengereid.

Auf dem Blatte »Bergen« der geologischen Karte sieht man, daß die Schichtenreihe von Os sich gegen die Landenge von Trengereid erstreckt, welche Bergen's Halbinsel mit dem Festlande verbindet.

Die im Bau begriffene Eisenbahn zwischen Bergen und Voss hat uns das Gebirgsinnere in selten schönen Sprengungen erschlossen. Die Schichtenfolge ist eine etwas andere als bei Osören, der gewöhnliche Habitus der Gesteine aber schließlich derselbe. Die Schichten, die alle zusammen steil oder lothrecht stehen, folgen einander in so merkwürdiger Kombination, wie ich es in einer Versteinerungen führenden Formation kaum für möglich gehalten hätte. Im großen Ganzen ist, wie erwähnt, das Aussehen der Gesteine dasselbe wie bei Os; aber die weit größere Abwechselung und die schönen Profile bewirken, daß man hier einen viel lebendigeren Eindruck von der Eigenthümlichkeit des Gebirgsbaues empfängt.

Um Risnaes am Sörfjord (R auf der kleinen Übersichtskarte, Figur 2), und auch weiter westwärts an der Bahn, steht Gneiß in verschiedenen *Varietäten* an, mit mehreren Einlagerungen von diorit- oder gabbroartigen Gesteinen, alle in steilen Schichten. Wir werden später eine oder die andere Einzelheit hiervon besprechen. Geht man von Risnaes ostwärts auf dem Eisenbahnkörper, so hat man zuerst Gneiß, dann kommt nachstehendes Profil durch silurische Schichten (zwischen dem zweiten und dritten Tunnel westlich von Trengereid).

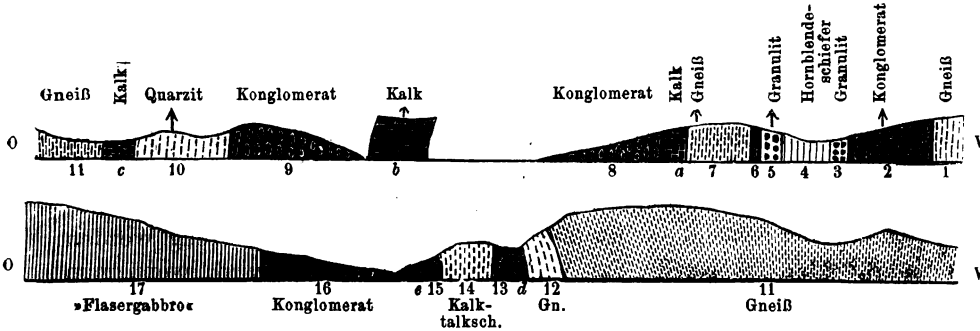


Fig. 52. Eisenbahnsprengungen unmitttelbar östlich von der Station Trengereid. Das wahre Verhältnis zwischen Höhen und Längen ist eingehalten. — Das untere Profil schließt sich an das linke Ende des oberen an. Die ganze Länge beträgt ungefähr 200 m.

Digitized by Google

In einer Ausdehnung von ca. 200 m wechseln die Gesteine nicht weniger als 22 mal, und zwar nicht so, daß verwandte Gesteine auftreten, nein! es sind Gesteine, die in den petrographischen Systemen weit von einander rangiren: Marmor (mit Versteinerungen), Gneiß, Konglomerate etc. Eine ähnliche Abwechselung setzt weiter ostwärts fort.

Kalk tritt in mehreren Niveaus auf, die im Profil (Fig. 52) mit Buchstaben *a, b, c, d, e* bezeichnet sind. Er ist nur ausnahmsweise dicht, meist ist er phanerokrystallinisch, grau, weiß, manchmal auch röthlich von Farbe. Die verschiedenen Varietäten kommen theilweise in dünnen Lagen vor, die sich im Querbruch deutlich abheben. Der Kalk ist wie bei Os verunreinigt mit Thonglimmerschiefer in kleinen Lamellen und Häutchen. Ich habe mich wesentlich damit begnügen müssen, nachzuweisen, daß in den Kalkschichten Reste von Organismen überhaupt vorkommen, eine nähere Charakteristik derselben muß späterer Zeit vorbehalten bleiben. Von der Gegend hier bei Trengereid habe ich nämlich nur aufzutreiben vermocht: einen Querschnitt eines Gastropoden, ein paar Querschnitte hohler Röhren, wahrscheinlich Encrinitenstiele, nebst einem undeutlichen Flechtwerk, welches der dichtmaschigen Kettenkoralle von Os ähnelt.

Konglomerat. Die Konglomerate, die polygene sind und 6 mal auftreten, sind flachgepreßt und ähneln sehr den früher von der Os-Gegend beschriebenen und abgebildeten. Sie enthalten zahlreiche Bruchstücke von hornblendereichen Gesteinen, die zusammen gleichsam eine Grundmasse bilden, in welcher die einzelnen Steine nicht deutlich von einander zu unterscheiden sind. Die übrigen Gerölle bestehen vornehmlich aus verschiedenen hellen Graniten, die nur wenig Glimmer enthalten; ferner kommen noch verschiedene Steine vor, die ich für Epidotsteine zu halten geneigt bin. Die Konglomerate sind theilweise gekräuselt, wodurch auch die Gerölle in der früher beschriebenen Weise gewellt wurden.

So wie bei Os, kann man auch hier zuerst vielleicht über die wahre Natur des Gesteins im Zweifel sein. Es ist gewiß auffallend, ein Konglomerat zu treffen, in welchem die Steine bis zur Linsenform, mit meist scharfen Rändern, flachgedrückt, ja zu dünnen Scheiben wurden, worin ferner die Gerölle ganz im Kleinen Faltungen aufweisen. Hierzu kommt, daß die Umgrenzung der einzelnen Steine nicht immer, namentlich gegen die Ränder, sonderlich scharf ist, wahrscheinlich in Folge späterer Umkrystallisationen in der Masse. Dies Alles macht, daß das Gestein ein etwas unkenntliches Aussehen zeigt. Wie ich glaube, daß man schon bei näherer Betrachtung der Schichten selbst über ihre eigentliche Natur überzeugt werden kann, so bin ich gewiß, daß jeder Zweifel schwinden wird, wenn man weiter östlich, an Trengereid vorüber, auf der Bahnlinie geht, und die dortigen außerordentlich schönen Sprengungen betrachtet. Hier steht ein Konglomerat an, welches dem erwähnten ähnlich, aber weniger gepreßt, und

Digitized by Google

daher von normalerem Aussehen ist. — Wir wollen nun die einzelnen Konglomeratschichten des Profils Figur 52 besprechen, auf welchem die einzelnen Glieder mit Ausnahme von Marmor fortlaufend bezeichnet sind.

2. Das Konglomerat nähert sich hier in seinem Habitus theilweise einem Hornblendeschiefer.

6. Das Konglomerat enthält zwei röthliche Marmorschichten eingelagert. Das Ganze ist 1 m stark.

8. Auf dieses, sowie auf Nr. 2 paßt vornehmlich die oben gegebene Beschreibung. Als ich Trengereid besuchte, war ich noch nicht darauf aufmerksam geworden, zu untersuchen, ob die Gerölle, außer daß sie flachgepreßt sind, vielleicht auch noch in einer bestimmten Längsrichtung besonders gestreckt sein könnten. Nach einem mitgebrachten Handstücke scheint das allerdings nicht unwahrscheinlich. Dasselbe scheint auch, nach einem andern Handstück zu urtheilen, mit dem Seite 23 erwähnten Konglomerat von Lekven bei Osören der Fall zu sein.

9. Hier sieht man Quarzadern und Quarzknauern im Gestein; auch etwas Kalk.

13. Nichts besonderes zu bemerken.

15. Das Konglomerat hier ist von vielen Chlorithäuten durchsetzt.

16. Das flachgepreßte Konglomerat ist hier sehr reich an Chlorit und von einer Menge welliger Häute dieses Minerals durchzogen.

Die übrigen Glieder des Profils gehen wir in der Reihenfolge von West nach Ost durch.

1 ist mittelkörniger, heller, grauer Gneiß mit nur wenig Glimmer, der durchgehends hell ist. An einem mitgebrachten Handstücke bemerkte ich, daß die kleinen hellen Glimmerblätter auf den Schieferungsflächen Andeutungen von streifenweiser Anordnung zeigten. Sowohl Quarz wie Feldspath sind meist in kleinen linsenförmigen Augen ausgeschieden. Weiter westlich, außerhalb des Profils, enthält dieser Gneiß eine ungefähr 1 m mächtige Schicht von Granulit mit porphyrartig eingesprengten Granat- und Hornblendekrystallen. Die erstgenannten, ohne scharf entwickelte Krystallflächen, können gegen 1 cm groß sein und sind oft von einer Quarzhülle umgeben.

3 ist heller, röthlichgrauer Granulit ohne Granat. Er besteht aus einer, für das Auge beinahe dichten Grundmasse (einem feinkörnigen Gemisch von Feldspath und Quarz), in welcher unregelmäßig umgrenzte Feldspathkrystalle, zum Theil mit Zwillingsstreifung, und Hornblendenadeln eingestreut liegen. Durch die Anordnung der Hornblende erhält das Gestein eine Art von Parallelstruktur. Etwas verschiedene Varietäten treten auf; sie geben dem Gestein den Anschein einer Art von Schichtung oder Zonenstruktur.

Digitized by Google

4. Hornblendeschiefer, theilweise von einer Struktur, die auf ein äußerst ausgepreßtes Konglomerat hindeuten könnte.

7. Verschiedene graue, feinkörnige, anscheinend quarzreiche Gneißvarietäten, theilweise mit Chlorit anstatt Glimmer.

10. Grauer Quarzit, dicht durchwebt mit einer Menge welliger Chloritháute. Da er beim Zerschlagen leicht nach denselben entzwei bricht, so wird man sich nicht sofort über ihn klar.

11. Diese Schicht, die viel mächtiger ist als die übrigen im Profile, besteht aus Gneiß ähnlich wie 1. Das Gestein ist sehr gleichartig, eine Schichtung läßt sich nicht beobachten; aber die Struktur ist deutlich parallel der Stellung der angrenzenden Schichten. Zwischen diesem Gneiß und dem Marmor *c* sieht man einen ungefähr $^1/_2$ m breiten Gürtel eines dichten Gesteins, das man beim ersten Anblick für eine dichte Abart des hier besprochenen halten könnte. Jedoch hat es deutlich eine scharfe Grenze gegen das mehr körnige, übrigens noch nicht normale Gestein. Ich halte für möglich, daß es aus dem Detritus hervorgegangen sein könnte, welcher eine Spalte ausgefüllt hat. Es enthält ausgeschiedene Quarzpartien. Im übrigen ist der Gneiß, noch 1 m einwärts, ohne regelmäßig entwickelte Struktur. Er erscheint schmutzig grünlich, von wechselnder Korngröße und enthält Hornsteinadern, nebst unregelmäßigen Ausscheidungen von Quarz mit rothem Orthoklas. Er erinnerte mich etwas an einen Theil des Egeberget-Gneißes längs der Ljabro-Chaussee bei Kristiania, »eine mechanische Kontaktzone.« Dieses eigenthümliche Grenzverhalten konnte ich am östlichen Ende des Durchschnittes durch das Gestein, wo es an 12 angrenzt, nicht wieder finden.

12 ist feinkörniger Gneiß, reich an Quarz, chlorithaltig.

14. Kalktalkschiefer.

17. »Flasergabbro«. Ein Komplex von Gesteinen, bestehend aus weißem, zum Theil dichtem Feldspath und Diallag (?), zum Theil auch mit etwas Chlorit. Meist sind es feinkörnige, theilweise sehr feinkörnige Gemische, manchmal etwas heller, manchmal etwas dunkler; zum Theil sind sie auch schiefrig und treten in deutlichen bis 1 cm dünnen Lagen auf, die, wie die Schichten des Profils überall, steil aufrecht stehen. Partienweise eingeschlossen kommen Gemische von gröberem Korn vor, theils unregelmäßig körnig, theils von einer Parallelstruktur, die mit der Schichtung übereinstimmt. Diese Varietäten finden sich in Schichten oder Linsen bis über Meterdicke vor. Weiter sind noch untergeordnete schiefrige Partien zu bemerken, aus einer weißen Feldspathgrundmasse bestehend mit darin zerstreuten Hornblendekrystallen, ein Granulit ohne Granaten. Kleine Knollen von hellem Quarz treten darin auf. —

Wandern wir nun weiter ostwärts, der Bahnlinie entlang, so haben wir die Fortsetzung des Profils. Der Gabbro (Flasergabbro) setzt fort. Hierauf

Digitized by Google

passirt man etwas schmutzig grünlichen, von Chlorithäuten durchzogenen Gneiß, dann wieder Flasergabbro, dessen Schichten in östlicher Richtung fallen, und ist jetzt ungefähr 300 m vom östlichen Ende des Profils angelangt.

Bei der Bahnstation Trengereid steht grauer Gneiß an, arm an Glimmer (hell). Er erinnert mit seinem in kleinen Linsen ausgesonderten Quarz an den Quarzaugengneiß bei Osören. Das Fallen beträgt 60° gegen OSO.

Von der Station biegt die Eisenbahn in nördlicher Richtung um. Indem man ihr folgt, setzt man das frühere Profil weiter fort, schneidet aber nun das Streichen der Schichten unter einem spitzen Winkel, ja streckenweise geht man parallel mit demselben. Zuerst hat man den eben genannten Gneiß. Hiernach folgt Flasergabbro mit guter Grenze, in deren Nähe er von einer Menge Chlorithäuten durchsetzt ist. Im ganzen genommen sind dieselben sehr häufig im Gabbro; sie bewirken, namentlich in den massiveren Varietäten, daß gute Schnitte und Handstücke nicht leicht davon zu nehmen sind. Im allgemeinen enthält der hier besprochene Gabbro weniger schiefrige Varietäten als der früher erwähnte. Anscheinend besteht er meist aus ziemlich unregelmäßig geformten Partien, die vollständig unregelmäßig

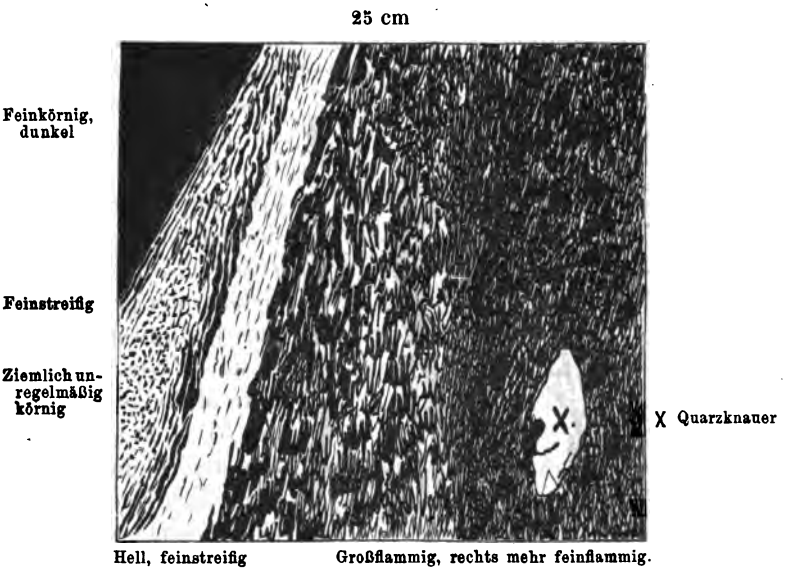
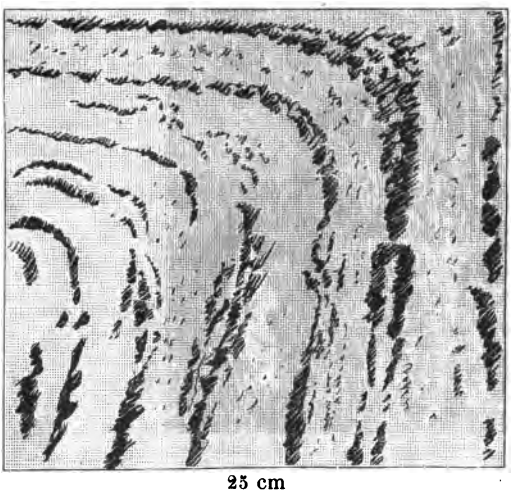


Fig. 53. Saussuritgabbro (Flasergabbro). Eisenbahneinschnitt bei Trengereid.

körnig oder auch nur mit Parallelstruktur versehen sind, ohne deshalb im letzteren Falle schiefrig zu sein. Als Illustration zu diesem Flasergabbro ist in Figur 53 ein Quadrat mit einer Seitenlänge von 25 cm abgebildet. Sie zeigt die Art und Weise, wie die verschiedenen Gabbrovarietäten, die nach ihrem Äußeren zunächst als geflammt zu bezeichnen sind, zusammen vorkommen. Nach dem Flasergabbro folgt etwas graulicher Gneiß, dessen

Digitized by Google

Quarz in kleinen Linsen, bis zu 1 cm Größe, ausgeschieden ist. Theilweise ist Quarz in so reichlicher Menge vorhanden, daß das Gestein als Quarzit zu bezeichnen ist. Außerdem kommen große Quarzausscheidungen darin vor, die oft etwas Kalkspath enthalten. Wir kommen jetzt zu einem Gestein, das ich vorläufig als »grünen Gneiß« bezeichnet habe. Dasselbe erinnert mehrfach an das S. 30 besprochene Gestein von Kuven bei Os, welches zu der Schichtenreihe von chloritreichen Sparagmiten gehört, und das ich zuerst als Gneiß auffaßte. Das hier in Rede stehende Gestein besteht aus einer dichten, gelblich oder graulich grünen, ausnahmsweise auch weißen Masse, die sich unter dem Mikroskop als Feldspath herausstellt, hier und da mit Zwillingsbildungen. Das, was die Masse grün färbt, sind außer etwas Chlorit zwei andere Minerale, die in unregelmäßigen, im Feldspath eingestreuten Partien auftreten. Das eine, stark pleochroitisch (in einer Stellung mit auffallend gelber Farbe), habe ich als Epidot bestimmt; das andere, welches eine ausgeprägte Spaltungsrichtung hat, zwischen gekreuzten Nicols schief auslöscht und wenig pleochroitisch ist, habe ich als eine Augitart, einen Diallag angesehen; nur in einem Falle sah ich in diesem Mineral schwarze, stabförmige Einschlüsse. Schon makroskopisch treten in der Masse sparsam eingestreut isolirte Blätter von schwarzem Glimmer und außerdem papier- und pappdicke und noch stärkere Häutchen desselben Minerals auf, am meisten wohl mit etwas Chlorit zusammen. Die Glimmer-Blätter und -Häutchen sowie auch die fleckenweise Abwechselung zwischen verschiedenen Varietäten der grünlichen dichten Hauptbestandtheile des Gesteins bewirken eine oft gekräuselte Schichtung; Figur 54 stellt eine der beobachteten kleinen Biegungen dar. In derselben ist auch ein häufig vorkommendes Verhalten wiedergegeben, daß nämlich die Glimmerblättchen einen gegenseitigen Parallelismus zeigen, der von der Schichtung unabhängig ist. Der Glimmer ist meist von etwas Quarz begleitet. Außerdem kommt letzterer in großen, ziemlich unregelmäßigen Linsen, Klumpen (vielleicht metergroßen) oder Adern



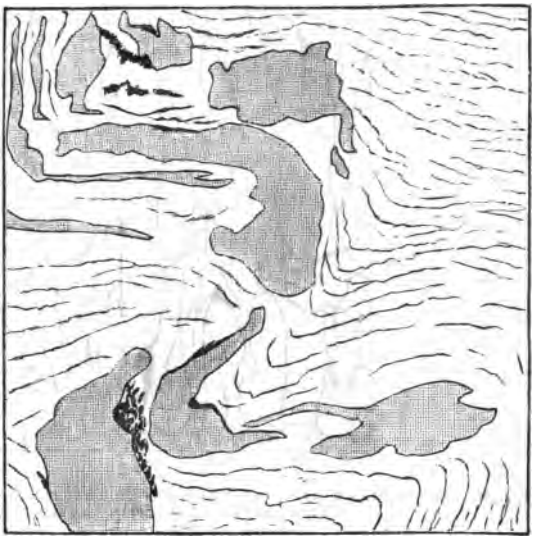
25 cm

Fig. 54. »Grüner Gneiß«. Querschnitt. Natürliche Größe.

(Die Glimmerblättchen haben eine von der Schichtung unabhängige parallele Lage.)
Sprengung beim südlichen Mundloche des ersten Tunnels nördlich von der Station Trengereid.

Digitized by Google

vor. Diese Quarzpartien enthalten zum Theil etwas weißen Feldspath, wozu zeitweise noch etwas Glimmer kommt, und so erhält man ein Gemisch, das petrographisch als ein grobkörniger, quarzreicher Granit zu bezeichnen ist. Figur 55 zeigt einige der beschriebenen Quarzausscheidungen. In den hier abgebildeten ist der Quarz mittelkörnig und enthält wenig weißen Feldspath; ihm haften kleine Flecken an, welche, außer aus Glimmer, aus einem hellen grünlichen Mineral bestehen, von dem ich vermuthe, daß es Epidot ist.



30 cm

Fig. 55. Quarzpartien (mit wenig Feldspath und Glimmer) in »grünem Gneiß«. Profilschnitt. Eisenbahneinschnitt bei Trengereid.

Die dunklen Striche bezeichnen Glimmerhäutchen, welche den Gneiß durchziehen. Glimmer sind auch die dunklen Partien, welche mehreren Quarzmassen anhängen. Dieselbe Lokalität wie bei Figur 54.

Der grüne Gneiß ist von zahlreichen Chlorithäuten, hier wohl eigentlich feinen, mit Chlorit erfüllten kleinen Spalten durchsetzt, von welchen die meisten der Schichtung folgen. Ein Theil des Gesteins zeigt eine eigenthümliche Struktur, welche in Figur 56 dargestellt ist. Diese ist von einer Stelle, wo das Gestein wenig Glimmer enthielt und durchgehends eine hell gelblichgrüne Farbe hatte. Durch Chlorithäute ist das Gestein in kleine Linsen abgetheilt; viele davon sehen wie gefaltet aus. Wir werden später, wo allgemeinere Betrachtungen über den geologischen Bau unserer Gegend mitgetheilt werden, hierauf zurückkommen.

Nachdem man die Sprengungen in dem grünen Gneiß passirt hat, kommt man zu einer kleinen, gegen Ost einfallenden Schichtenfolge; zu unterst sehr feinkörniger grauer Gneiß mit Granat, dann dunkler Talkschiefer, ebenso mit Granat, darnach Quarzschiefer, worauf wieder schwärzlicher Talkschiefer mit Granat liegt. Hierauf kommt man zu einigen besonders schönen, Seite 70 genannten Sprengungen in polygenem Konglomerat. Es ähnelt dem früher beschriebenen, nur sind, wie gesagt, die Steine theilweise wenig flachgepreßt. — Weiter konnte ich diesem Schichtenbau nicht folgen.

Von der Station Trengereid aus habe ich eine Wanderung südlich nach dem Söndre Trengereid am Samangerfjord unternommen, bei der ich auch

Digitized by Google

einige Untersuchungen an der Ostseite dieses Fjord vornahm; dieselben sind aber noch ganz fragmentarisch.*)

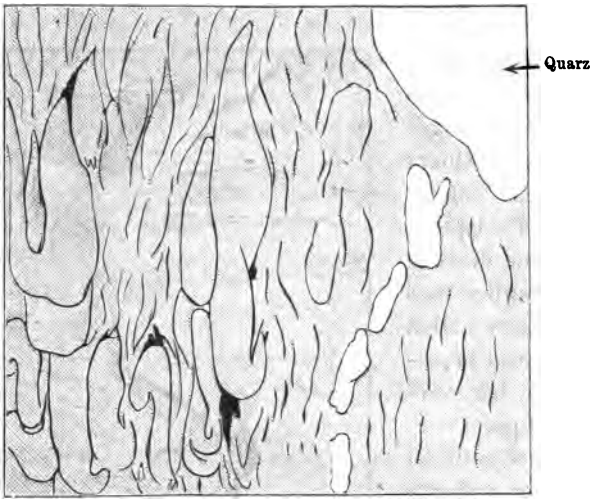


Fig. 56. »Grüner Gneiß«, welcher durch Chlorithäute in linsenförmige kleine Partien abgetheilt ist, die theilweise gefaltet sind.

*) Eine hiesige interessante Riesenkesselbildung, die sich in der Nähe von Ekelandsosen befindet, möchte ich doch erwähnen. Die Riesenkessel liegen ganz nahe an der See bei einem kleinen Fluß. Die Figur 57 giebt ein Profil vom Flußbett, da wo die Riesenkessel vorkommen. Die Striche geben die Lage der ziemlich flach gegen Süden fallenden Schichten von quarzführendem Muskovitschiefer an. Das Wasser rinnt an der betreffenden Stelle schnell, in zwei Arme getheilt, fort. Das ganze Flußbett, auch die sichtbaren Theile des Bodens, über welchem das Wasser läuft, zeigen schöne Gletscherschliffflächen. Die Scheuerstreifen gehen dem Fluß entlang. Das in den kurz oberhalb dieser Stelle liegenden Seen abgeklärte Flußwasser hat also keine erodirende Wirkung nach der Eiszeit ausgeübt. Übrigens ist das Bett wohl erst in ziemlich neuer Zeit von Moränengrus entleert worden.

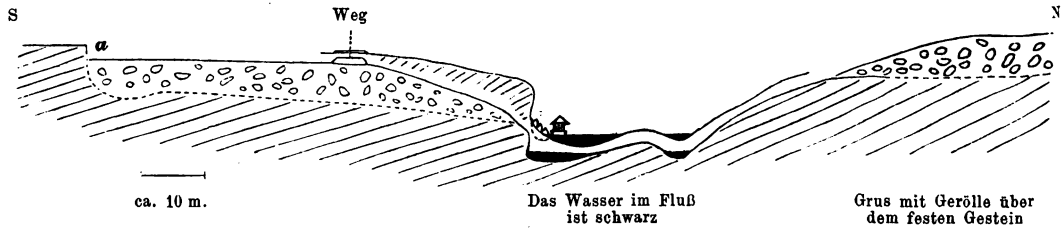


Fig. 57. Profil des Flußbettes am Ekelandsosen.

In das Flußbett mündet auf der Südseite eine kluftartige Vertiefung, deren Ostseite die in Figur 58a abgebildeten nischenförmigen Aushöhlungen zeigt und deren Grundriß in Figur 58b dargestellt ist. Der Boden der Kluft reicht im Norden zum

Digitized by Google

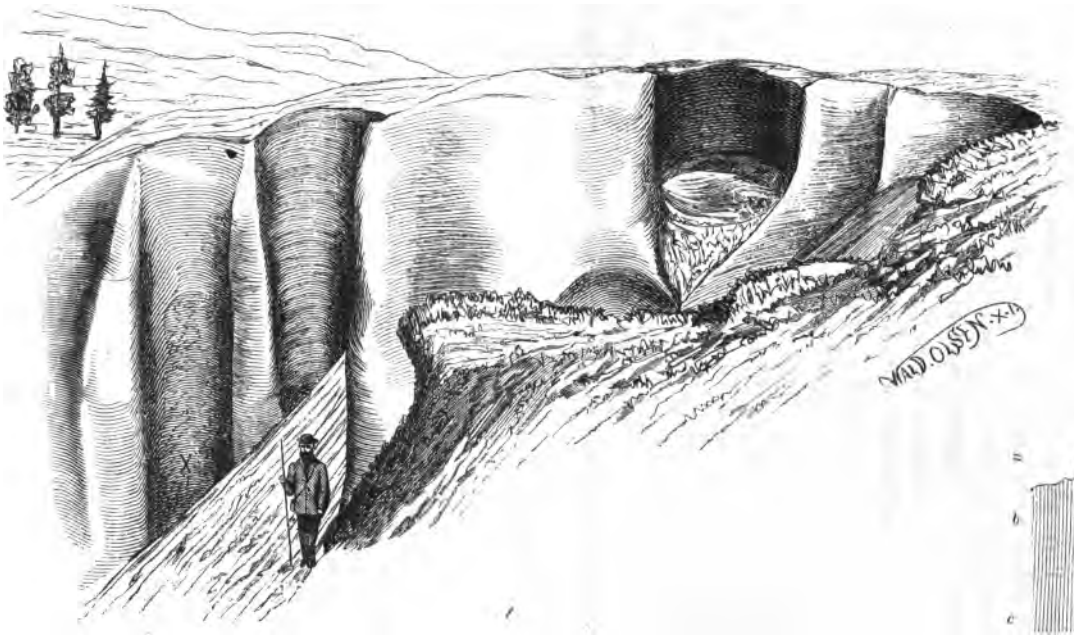


Fig 58a. Riesenkesselbildungen bei Ekelandsosen.

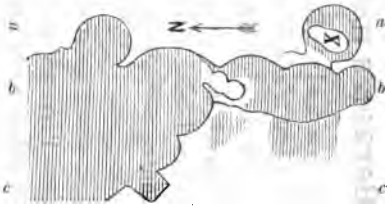


Fig. 58b. Grundriß.

Das Schraffirte auf dem Grundriß ist Grus mit Gerölle; das Übrige ist nacktes Gestein.

Zwischen *a* und *a* hat man eine langsam gegen Norden abfallende, spärlich mit Moos bekleidete Felsfläche, welche ost-west gehende Scheuerstreifen zeigt; Entfernung ca. 23 m. *b* — *b* steiles Abfallen des Kluftbodens in derselben Richtung. *c* — *c* Abfallen von mittlerer Steilheit.

Die Nische, gegen welche der Pfeil zeigt, ist die in Figur 58a oberhalb des Mannes dargestellte. Den mit ⋈ markirten Stein findet man dort in der kleinen etwas rechts liegenden Nische wieder.

Digitized by Google

Bergen's nächste Umgebung.

Da ich bei Ulven und Os Fossilien gefunden hatte, war es natürlich wichtig für mich, nicht allein die Schichten in der Streichrichtung zu verfolgen, sondern auch die Schichtenreihe zu untersuchen, deren Streichen den halbkreisförmigen Bogen von Bergen nach Nedsttun und von da weiter nach Westen bildet. Hier finden sich auch Kalksteine, von denen man glauben könnte, daß sie den vorher besprochenen versteinerungführenden entsprechen.

Nur kurze Zeit stand zu meiner Verfügung, so daß ich wesentlich nur Veranlassung nahm, Bergen's allernächste Umgebung zu studiren. Fossilien zu finden, ist mir dabei nicht geglückt. Auch scheint mir eine petrographische Übereinstimmung mit den Schichten von Os nicht stattzufinden; ich habe keine von den, für die silurische Schichtenreihe bei Os und Trengereid eigenthümlichen Gesteinsvarietäten bei Bergen wieder gefunden, höchstens einzelne Modifikationen von Hornblendeschiefer und etwas Saussuritgabbro. Ein, wie mir scheint, für Bergen's Umgegend charakteristisches Gestein, nämlich rother Augengneiß, mangelt den Schichten bei Os gänzlich, und umgekehrt vermißt man unter den Gneißarten bei Bergen jene eigenthümliche, wo nicht Feldspath, sondern Quarz in Augen ausgeschieden ist, den sogenannten Quarzaugengneiß, und außerdem mehrere der übrigen, früher beschriebenen. Auf der andern Seite ist es mir gerade bei Bergen geglückt, eine zwischen Gneiß und andern krystallinischen Schiefern eingelagerte Schicht von (in hohem Grade metamorphosirtem) Konglomerat nachzuweisen, welche zeigt, daß unzweifelhaft klastische Gesteine auch zur Schichtenreihe von Bergen gehören.

Die kleine Kartenskizze Figur 59 zeigt uns die Gesteine in der untersuchten Gegend nächst der Stadt.

Boden des Flußbettes, südlich hebt er sich etwa 20 m über denselben. Den entblößten Theil der Nische X (Figur 58[a]) habe ich auf 8 m geschätzt.

Bei *a*, Figur 57, trifft man südlich von dem gegenwärtigen Bette des Flusses auf eine niedrige aber ziemlich ausgedehnte Gebirgswand, deren nischenförmige Riesenkessel zeigen, daß das Wasser auch hier seine erodirende Wirkung ausgeübt hat.

Es ist klar, daß die Bildung dieser Riesenkessel prä- oder interglacial ist. Wären sie nach der Eiszeit gebildet, so müßte die Erosion die in der unmittelbarsten Nachbarschaft vorkommenden Scheuerstreifen vertilgt haben. Am wahrscheinlichsten scheinen sie mir von Wasser gebildet, das während der Eiszeit unter dem Eis oder von oben durch dasselbe floß. Scheuerstreifen in der Nähe von Riesenkesseln sind nicht selten. Professor Brögger und ich haben sogar Scheuerstreifen inwendig in einem Riesenkessel (Trovig bei Brevig) gesehen. Dieser ziemlich große Kessel kommt im Fuße eines Felsens vor. Die Scheuerstreifen waren im Kessel selbst sichtbar, jedoch nicht im unteren, rund herum geschlossenen Theil, sondern nur in der halbzylindrischen Nische, die die obere Verlängerung bildet. (Vergl. »Sexe: Jættegryder. Christiania 1874.« p. 24.)

Digitized by Google

Interessant ist eine kürzlich ausgeführte Wegsprengung durch das bereits erwähnte Konglomerat.

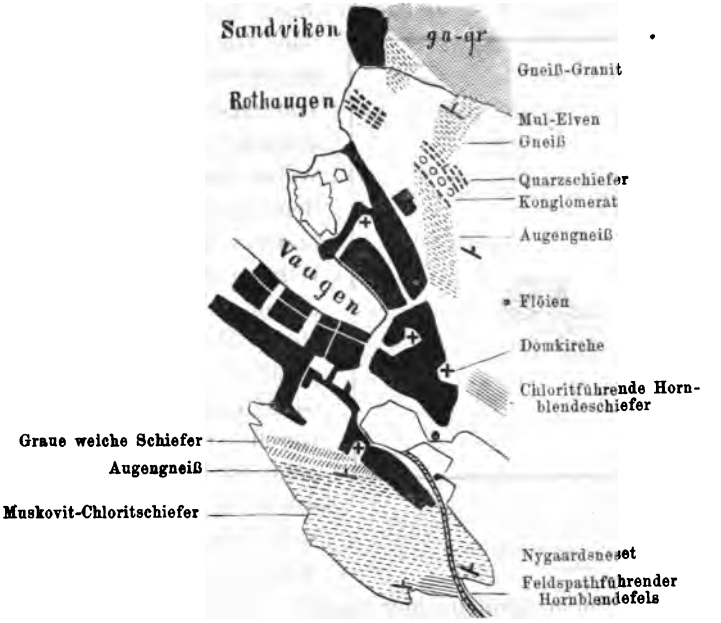


Fig. 59. Skizze von Bergen's nächster Umgegend. 1 : 40,000.

Der Durchschnitt Figur 60 giebt ein Querprofil nicht ganz, da er die Streichrichtung der Schichten unter einem spitzen Winkel schneidet. Die Schichten fallen nach einwärts, links vom Beschauer. Das Einfallen wurde im westlichen Theil des Profils zu 25° gegen Nordost zu Ost gemessen.

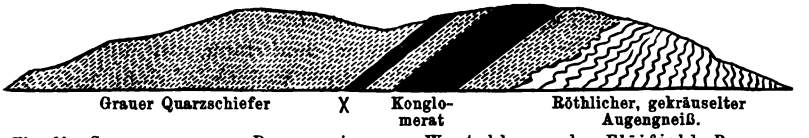


Fig. 60. Sprengung am »Dramsveien« am Westabhange des Flöifjeld, Bergen.
Bei X enthält der Quarzschiefer eine graue, leicht verwitternde Varietät, reich an lichtem Glimmer. Der Quarzschiefer wird ein wenig links von der abgebildeten Sprengung durch Gneiß überlagert, der seinerseits wieder unter Gneiß-Granit liegt.

Der graue Quarzit ist feinkörnig, enthält ein wenig lichten Glimmer und hat, ungeachtet seiner körnigen Textur, einen grobsplittrigen Bruch. Er ist deutlich geschichtet, dabei aber im Ganzen doch ziemlich massiv. Theilweise ist er feldspathführend, ausnahmsweise auch augengneißartig. Einzelne Linsen von reinem Quarz, ähnlich den schon vielfach besprochenen, kommen darin vor.

Das Konglomerat mit Glimmerschiefer-Grundmasse, ungefähr 6 m mächtig, ist ein interessantes Gestein. Es besteht aus an Quarz und Chlorit

Digitized by Google

reichem Glimmerschiefer mit sowohl dunklem wie hellem Glimmer, und hierin eingestreuten Geröllen von porphyrartigem Gneißgranit mit schwarzem Glimmer (in Figur 61 speziell bezeichnet) und von anderen Graniten oder Gneißen. Ein paar mitgebrachte Handstücke zeigen Gerölle von grobkörnigem Granit mit grauem Feldspath und vergleichsweise damit sehr zurücktretendem Quarz und Glimmer. Ein anderes Handstück zeigt ein Geröll von ähnlichem, aber feinkörnigem Granit. Die größten Flächen dieses Handstückes sind parallel der Schieferung des Glimmerschiefers. Das erwähnte Gerölle, das quer durch das Stück geht, ist schön abgerundet und scharf umgrenzt; auf der einen Seite hat man einen Querbruch durch das Geröll, auf der andern die glatte, mit einem dünnen chloritartigen Überzug bekleidete gewölbte Oberfläche. Die Steine sind überhaupt sämmtlich zugerundet, die meisten sind ellipsoidisch und liegen mit ihren größten Dimensionen parallel der Schichtung. Die Struktur des Glimmerschiefers richtet sich oft nach dem inliegenden Gerölle, wie z. B. bei dem in Figur 62 in der halben natürlichen Größe abgebildeten, aus Granit bestehenden Gerölle der Fall ist. Überall ist dies jedoch nicht so, so z. B. nicht bei X in der vorigen Figur 61. Dieselbe zeigt auch noch eine andere Besonderheit: ein gespaltenes Gerölle, von dem man nur die eine Hälfte sieht. Manchmal sieht man kleine Faltungen im Glimmerschiefer; da wo sich solche zeigen, scheinen selbst die eingeschlossenen Gesteine in Übereinstimmung mit der Faltung gekrümmt zu sein. Außer den größeren Steinen liegen im Glimmerschiefer auch kleine Augen ($^1/_2$ cm und kleiner) von weißem Feldspath mit wenig Quarz. Von ihnen erhält der Glimmerschiefer ein augengneißartiges Ansehen*).

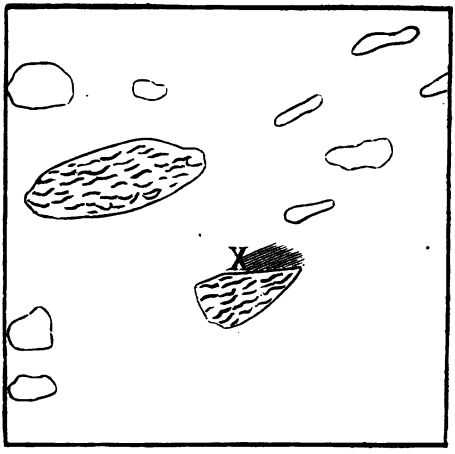


Fig. 61. Quadratmetergroße Fläche eines Konglomerates mit Glimmerschiefer-Grundmasse. Querschnitt. Bergen. Bei X ist die Schieferung des Glimmerschiefers angedeutet.

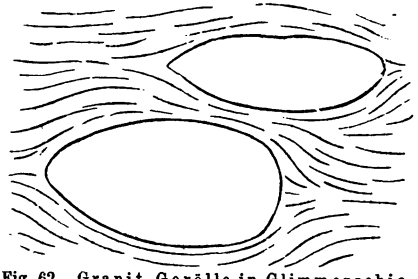


Fig. 62. Granit-Gerölle in Glimmerschiefer, dessen Struktur sich nach denselben richtet. Halbe Größe. Bergen.

*) Das Vorkommen erinnert sehr an das bei Obermittweida im sächsischen Erzgebirge. Es wurde entdeckt und beschrieben von Dr. A. Sauer, Geolog bei der

Digitized by Google

Nach dem unter dem Konglomerat liegenden Quarzschiefer folgt Augengneiß, der lichten, theilweise auch etwas dunklen Glimmer enthält. Zu oberst führt dieser Gneiß viele linsenförmige, nicht sonderlich große Einschlüsse von Granit, Gneißgranit und Gneißvarietäten; man könnte glauben, ein metamorphosirtes Konglomerat vor sich zu haben mit flachgepreßtem und nun mit ineinanderfließenden Konturen erscheinendem Gerölle. Der Gneiß zeigt viele zickzackförmige kleine Faltungen.

Wandert man nach der Betrachtung des eben besprochenen Profils weiter südwärts, so passirt man noch weiter Augengneiß, graulich und röthlich, meist feinkörnig. Der grauliche hat dunklen, der röthliche grünlichweißen Glimmer. Der Augengneiß ist sehr schön in Schichten abgelagert, die von weniger als centimeterstark bis zu meterdick sein können. Eingeschlossen darin sind grobkörnige, meist röthliche granitische Linsen und

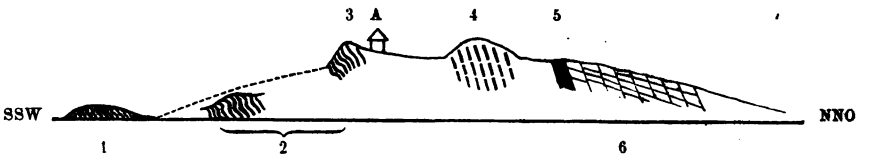


Fig. 63. Profil über die Nygaardshalbinsel bei Bergen.
1 Quarzführende Glimmerschiefer mit großen welligen Muskovithäuten. Fähre. 2 Schwarzer bituminöser Glimmerschiefer. Abhang am Möhlenpris. 3 Quarzführende Muskovit-Chloritschiefer, theilweise mit Granat. Quarz in Linsen ausgeschieden. 4 Augengneiß. 5 Muskovitreicher Schiefer. 6 Grauer, weicher Schiefer. Schieferung und Schichtung verschieden. Olaf Kyrre's Straße. A Irren-Asyl.

Nieren. Zuerst sind die Schichten schön gefaltet, weiterhin aber haben sie anscheinend ein regelmäßiges Einfallen in NNO.

---

sächsischen geologischen Landesuntersuchung Dr. A. Sauer, Über Konglomerate in der Glimmerschieferformation des sächsischen Erzgebirges. Zeitschrift für die ges. Naturwissenschaften. Bd. LII. Halle 1879. p. 706.

Die sächsischen Geologen zerlegen bekanntlich ihre archäische Formation in drei Abtheilungen: Gneißformation, darüber Glimmerschiefer, und dann Phyllitformation. In der Glimmerschieferformation kommen Gneißeinlagerungen vor. An zwei Stellen bei Obermittweida enthalten gewisse Schichten dieses Gneißes Granitgerölle, ebenso solche von Gneiß und Quarzit, theils nur sparsam, theils reichlich. Am schönsten ist die Ablagerung beim Obermittweidaer Hammer, wo das schön geschichtete Konglomerat nach Sauer's Profil eine Mächtigkeit von mindestens $22^1/_2$ m haben muß. Das, was er von seinem Konglomerat sagt, daß es unverkennbar im Gneiße eingelagert ist, gilt auch von dem unsrigen, nur mit dem Unterschiede, daß unseres zunächst von Quarzschiefer umgeben ist. Hier wie dort ist das Verhalten so klar, daß nicht die mindeste Wahrscheinlichkeit dafür spricht, daß Verschiebungen oder andere Unregelmäßigkeiten im Schichtenbau das ursprüngliche Lagerungsverhalten verändert hätten. Von mehreren sehr schönen, geschliffenen Stücken, die Prof. Credner in Leipzig mir zu zeigen die Güte hatte, erhielt ich den Eindruck, daß die Gerölle in einem arkoseartigen Gestein mit einem Habitus, der sehr an Gneiß erinnerte, eingelagert waren. Bei unserm Vorkommen von Bergen tritt die Bruchstücknatur der Grundmasse wohl in Folge des so reichlich vorhandenen Glimmers noch weniger hervor.

Digitized by Google

Nygaard's Halbinsel im Süden der Stadt Bergen besteht, so weit ich sie untersucht habe, wesentlich aus 3 Schichten; die oberste ist weicher grauer Schiefer (6), darunter kommt Augengneiß (4) und dann Muskovitschiefer (3, 2, 1). Der graue Schiefer steht im oberen Theil der Olaf Kyrre's Straße an. Unter dem Mikroskop sieht man, daß er aus einem sehr feinkörnigen Aggregat von Quarzkörnern, partienweise mit etwas größeren Individuen besteht; diese Masse ist reichlich von Talk mit etwas Muskovit durchzogen. An mehreren Stellen erkennt man, daß das Gestein eine von der Schichtung verschiedene Schieferung hat und diese Schieferungsrichtung gegen den Horizont einen kleineren Winkel bildet, als die Schichtung, nämlich nur 35°, gegen 70° des Schichteneinfallens.

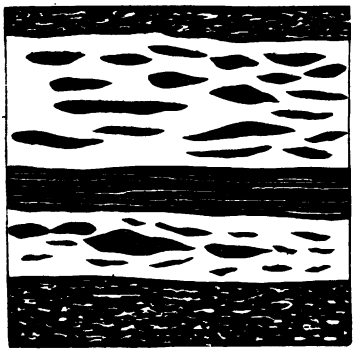


Fig. 64. Feldspathführende Hornblendeschiefer mit porphyrartig ausgeschiedenen Hornblendeindividuen. Bergen. Natürliche Größe. *a* Feinkörniger Hornblendeschiefer mit etwas Feldspath. *b* Überwiegend Feldspath mit porphyrartig eingestreuten Hornblendeindividuen.

An der Eisenbahnlinie, da wo sie nach der Landzunge südlich von Nygaardsneset ausbiegt, sieht man ein Gestein, das man im ganzen als einen feldspathführenden Hornblendeschiefer bezeichnen kann, mit 35° nördlichem Einfallen. Die Hornblende ist darin zum Theil porphyrartig ausgebildet in einer eigenthümlichen Weise, von welcher nebenstehende, in natürlicher Größe ausgeführte Zeichnung eine Vorstellung geben mag.

Mehrere Varietäten wechseln schichtenweise mit einander ab. Weißlicher, feinkörniger bis dichter Feldspath, wahrscheinlich mit etwas Quarz, tritt in der am meisten typischen Varietät (*b* in der Figur) ungefähr in derselben Weise auf, wie die Grundmasse in verschiedenen Augengneißen, während die Hornblendeindividuen (die Schraffirung in der Figur bezeichnet ihre Spaltungsrichtungen) den Feldspathaugen entsprechen.

Das Gneisfeld vom Ulriken.

Der Ulriken, südlich von Svartediget, ist der höchste der »sieben Berge«, welche Bergen umgeben. Nach ihm habe ich vorläufig die große, wesentlich aus Gneiß und Gneißgranit bestehende Zone benannt, welche auf der einen Seite von den Bergen-Schiefern im engeren Sinne und auf der anderen von den Silurschichten von Os und Trengereid sammt dem Saussuritgabbro und

Digitized by Google

den Grünsteinen des Gulfjeld begrenzt wird. (Vergl. die kleine Übersichtskarte S. 11). Ein anderes kleineres Gneißfeld nimmt den nordwestlichen Theil der Halbinsel Bergen ein. Da, wo dasselbe an die Bergen-Schiefer grenzt, fallen seine Schichten unter die letzteren ein, während Ulriken's Gesteine in der Nähe der Bergen-Schiefer von denselben ab fallen. In Übereinstimmung mit diesem Schichtenbau ist auf dem Blatt »Bergen« unterschieden: Grundgebirge, untere Abtheilung der Bergen-Schiefer und obere Abtheilung derselben, welche letztere also dem entspricht, was ich vorläufig mit einer mehr neutralen Bezeichnung Ulrikens-Gneißfeld benannt habe.

Das bemerkenswertheste Gestein, welches das Gneißfeld aufzuweisen hat, ist wohl der Labradorfels, über welchen uns Hiortdahl's und Irgens' Arbeiten*) werthvolle Aufschlüsse gegeben haben. Etwas Abgeschlossenes für sich ist wahrscheinlich der theilweise granitähnliche Gneißgranit auf beiden Seiten des Lysefjord und vielleicht der Gneißgranit vom Ulriken selbst.

Meine Untersuchungen über das hier behandelte Gebiet sind nur fragmentarisch. Sie wurden wesentlich zu dem Zwecke ausgeführt, das Verhalten der fossilführenden Schichten zu ihrer Umgebung zu studiren, indem ich auf verschiedenen Wegen quer über das Feld wanderte.

Eine Wanderung ging von Nedsttun aus und führte erst südwestwärts nach Milde. Der Gneiß auf diesem Wege ist röthlich, theilweis mit einem grünlichen, von Chlorit herrührenden Schimmer. Eingelagert ist, außer Hornblendeschiefer, schiefriger Labradorfels (mit kleinen Punkten auf der Übersichtskarte bezeichnet) und ein schön gestreifter Hornblendegranit oder vielleicht richtiger Hornblendegneiß; von diesem habe ich den Eindruck empfangen, daß er in klumpenförmigen Massen auftritt, und daß die umgebenden Gneißlagen sich um dieselben herumschmiegen. Dieses Verhalten erfordert jedoch eine nähere Untersuchung. Kleine Partien Diorit und ein einzelnes Vorkommen von serpentinführendem Diallagfels wurden bemerkt.

Von Milde reiste ich mit Boot nach Fane und ging von da südwärts nach Lysekloster am Ufer des Lysefjord (*L* auf der Übersichtskarte). Bei Fane hat man feinkörnige Gneiße und Quarzit; aber gleich darüber folgt Gneißgranit, der bis gegen Lysekloster hin anhält. Das letztgenannte Gestein ist auf der Übersichtskarte schwarz mit kreuzenden hellen Linien bezeichnet.

Ich werde nun einzelne Beobachtungen auf der bezeichneten Route etwas eingehender mittheilen.

Nicht weit von Nedsttun hat man das folgende Profil, das als Beispiel für das Auftreten der Gesteine in diesem Gebiete gelten kann.

---

*) l. c. pag. 10—13 u. 22, wo sowohl Analysen des Gesteins als auch des Labradors mitgetheilt werden.

Digitized by Google

Der Diorit ist mittelkörnig und besteht aus weißlichgrauem, zwillingsgestreiftem Feldspath und einem mit Chlorit vermengten Mineral, das ich für Hornblende halte, sowie aus dunklem Glimmer.

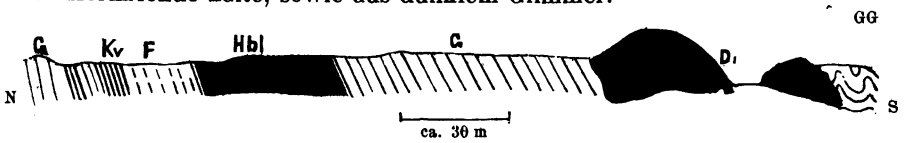


Fig. 65. Profil am Wege unmittelbar südwestlich von Nedsttun.
G Gneiß, graulich und röthlich, mittelkörnig. *Kv* Typischer grauer Quarzit. *F* Weißlicher feinkörniger »Feldspathschiefer« mit Chlorit. *Hbl* Typischer feinkörniger Hornblendeschiefer. *G* Gneiß in mehreren Varietäten, röthlich und grau; eine Varietät besteht wesentlich aus Quarz und Feldspath, worin etwas Chlorit beigemengt. *Di* Glimmerführende Diorite. *GG* Feinkörniger grauer Gneiß mit Linsen und Schichten von rothem Gneiß, gekräuselt und gefaltet.

Hinter diesem Profil hält der Gneiß noch eine Weile an, und dann tritt schiefriger Labradorfels auf. Er ist aus Hornblende, in kleinen Individuen, und feinkörnigem, weißem Feldspath zusammengesetzt. Diese zwei Bestandtheile sind bald in gleichmäßig feinkörnigem Gemisch zur Stelle, bald herrscht das eine vor dem andern vor. Die verschiedenen Varietäten des Gesteins wechseln in dünnen, oft weniger als centimeterdicken Lagen. Das Fallen beträgt ungefähr 60° in südlicher Richtung. Oft scheint es, als ob die Hornblende längs der Risse, die das Gebirge durchsetzen, in Chlorit übergegangen wäre. Nach diesem Labradorfels folgen massive, theilweise etwas granatführende Varietäten, wo Feldspath und Hornblende in größeren Partien vereinigt sind. Das Gestein hat also ein Aussehen wie der für die Bergen-Halbinsel meist typische Labradorfels. Hierauf folgt wieder Gneiß.

Am Grimseid-See (*G* auf der Übersichtskarte) habe ich den schon erwähnten gestreiften Hornblendegranit oder Hornblendegneiß näher beobachtet. Manchmal wird die Hornblende durch dunklen Glimmer ersetzt (Fig. 66). Nach einer Stelle zu urtheilen, wo er frisch aufgesprengt ist, scheint die eigentliche Farbe des Feldspaths grau und violettartig zu sein und die sonst beobachtete rothe Farbe nahe der Oberfläche und längs der Risse, sowie in den mehr grobkörnigen Partien vorzukommen. Die in Folge der Färbung des Feldspaths graue Varietät ist besonders fest; mit ihr wechselt eine violettartige, die wieder einzelne kleine Partien einer mehr grobkörnigen Abart mit rothem Feldspath und Milchquarz enthält. Die violette Varietät ist auf das schönste gestreift, indem in ihr glimmer-reichere und -ärmere Lagen von mehreren Centimetern bis zu weniger als 1 cm Dicke abwechseln.

Nicht weit hiervon tritt im Gneiß ein eigenthümliches, ziemlich variables Gestein auf. Es ist mittel- bis grobkörnig und variirt etwas in der relativen Menge der Bestandtheile; im ganzen genommen kann es jedoch wohl als serpentinführender Diallagfels gelten. Ein Präparat einer graulichgrünen mittelkörnigen Varietät zeigte sich unter dem Mikroskop zusammengesetzt aus Serpentin mit etwas Kalkspath (das Gestein braust mit Säuren);

Digitized by Google

hierin liegen Diallagindividuen eingestreut und hin und her etwas grünliche Hornblende; außerdem sieht man ein schwarzes Eisenerz. Der Serpentin ist faserig, aggregatpolarisirend mit ziemlich lebhaften Farben, was vielleicht auf Krysotil hinweisen könnte. Den Diallag erfüllen reichlich kleine, schwarze, stabförmige Körperchen; seine Individuen sind unregelmäßig umgrenzt, oft sieht man den Serpentin ihn in Adern durchflechten.

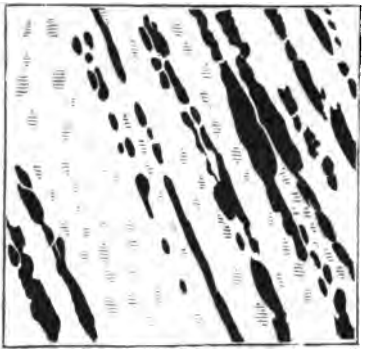


Fig. 66. Gestreifter Granit oder Gneiß. Grimseid südwestlich von Nedsttun. Querschnitt in natürlicher Größe.
Violettfarbiges, mittelkörniges Gemisch von Milchquarz (horizontal schraffirt) und Feldspath; darin lagenweise Aggregate von feinschuppigem Biotit.

Ein anderes Präparat verfertigte ich aus einem großen Diallagindividuum parallel dem Klinopinakoid. Der Diallag war wie gewöhnlich graulichgrün; sp. Gew. 3,20. Man sieht unter dem Mikroskop eine durch dünne, interponirte Lamellen hervorgerufene Absonderung parallel (?) dem Orthoflächenpaar, außerdem eine deutliche Spaltungsrichtung, welche die erstere unter einem Winkel von 15° schneidet. Das Mineral löschte in einer Richtung, welche mit der Absonderungsrichtung einen Winkel von ungefähr 39° nach derselben Seite wie die genannte Spaltungsrichtung bildet, aus. Der Diallag war, vornehmlich längs der Lamellen, von einzelnen dünnen Serpentinadern durchzogen, welche kleine Körner von einem schwarzen Eisenerz enthielten.

Zuerst beobachtet man das fragliche Gestein schön entblößt auf eine Ausdehnung von etwa 40 m an einem Wege entlang und erkennt dann bei Fortsetzung der Untersuchung, daß es sich noch weiter erstrecken mag. Es verwittert sehr ungleich, die Gebirgsoberfläche hatte deshalb ein sehr unregelmäßig knolliges Aussehen.

Gänge von feinem, kleinkörnigem, sehr glimmerarmem Granit, bis ungefähr 1 m mächtig, durchsetzen das Gestein; außerdem ist es von Adern durchschwärmt, die aus rothem Feldspath bestehen und daneben Quarz und Kalkspath enthalten. Daneben bemerkt man das in Figur 67 dargestellte Verhalten, daß die Adern an beiden Seiten von strahligem, grobkrystallinischem Diallag begleitet sind.

Lokal kommen im Gestein unregelmäßige Knollen von 20—30 cm von grauem Serpentin vor, welcher etwas bronzefarbenen Glimmer enthält. Am Umfange derselben hat man einen auch an braunem Glimmer reichen Übergang zum Diallagfels.

Eine andere Wanderung über Ulrikens Gneißfeld ging von Bergen aus ostwärts bis Trengereid. Das Gneißfeld ist hier beinahe doppelt so breit, als an der früher überschrittenen Stelle.

Digitized by Google

Bei Svartediget ist besonders ein Augengneiß bemerkenswerth. In einer Schicht, die vielleicht 1 m oder etwas mehr mächtig ist, führt dieses Gestein abgerundete, bis centimetergroße Individuen von Ortit. Der Gneiß hat nur wenig Glimmer (meist weiß) und Quarz; der größte Theil wird von einem feinkörnigen schiefrigen Gemisch von Feldspath und Glimmer (unter dem Mikroskop kommt hierzu ein wenig Kalkspath und Apatit; der Feldspath ist zum Theil Plagioklas) gebildet, in welchem ungefähr $^1/_2$ cm große Orthoklasaugen ausgeschieden sind.

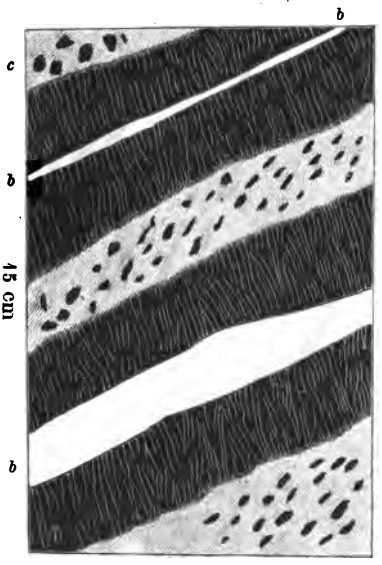


Fig. 67. Mittelkörniger Diallagfels mit Feldspathadern (*b*); letztere sind von grobkrystallinischem Diallag umgeben, welcher von den Grenzflächen der Adern ausstrahlt.

a Großstrahliger, grünlicher Diallag. Die Farbe tritt kräftiger hervor, wenn man ihn anfeuchtet. *b* Grobkrystall. rother Feldspath. *c* Unregelmäßig mittelkörniger Diallagfels; ein grünliches Mineral (frischer Diallag?) hebt sich von dem im ganzen grauen Gestein ab.

Darnach hat man den Borge-Paß zu überschreiten, welcher Ulriken von dem nördlich liegenden Gebirge trennt. Man geht hier über einen mächtigen, nordöstlich einfallenden Gneißgranit, welcher wahrscheinlich, wie schon Naumann vermuthet, als einen keilförmigen Flächenraum einnehmend, mit der Spitze nach Süd gerichtet, angenommen werden kann. Hierauf überschreitet man Labradorfels, der theilweise eine Struktur wie der früher erwähnte Flasergabbro hat, und sieht dann an der Eisenbahn längs des Sörfjord schöne Sprengungen durch eine Mannigfaltigkeit von graulichen und röthlichen Gneißen, die mit verschwindenden Ausnahmen steil gegen Ost einfallen oder ganz aufrecht stehen. Eingelagert sind eine ganze Anzahl von Dioritpartien, gegen West auch etwas Labradorfels. Adern von kleinkörnigem Granit und ziemlich unregelmäßig geformte Massen von großkörnigem Granit, Pegmatit, bieten sich ebenfalls dar, ferner Hornblendeschiefer, Quarzit und Glimmerschiefer mit mehreren anderen krystallinischen Schiefern, welche alle untergeordnet im Gneiß vorkommen.

Die entlang der genannten Bahnlinie zu beobachtenden Punkte sind an Zahl und Art sehr mannigfach; die ziemlich zusammenhängenden Sprengungen zeigen eine so verwirrende Menge von Gesteinsvarietäten, daß man wochenlang zu studiren hätte. Ich hatte nur ungefähr $1^1/_2$ regenreichen Tag zu meiner Verfügung und will daher den Leser nicht mit allen an und und für sich doch unvollständigen Einzelbeobachtungen ermüden. Nur

Digitized by Google

einiges, das mir besonders bemerkenswerth erscheint, will ich anführen, andere Mittheilungen über den Gneiß aber für den Schluß des Buches versparen.

Südlich vom Bauerhofe Tunaes (*Tu*) kommt ein Gestein vor, das ich vorläufig Glimmersyenit benannt habe. Soweit ich beobachten konnte, ist es völlig konkordant dem Gneiße, theils in kleineren Klumpen von wenigen Metern, theils in größeren Partien eingelagert. Das Gestein besteht aus einem hellen und einem dunklen Bestandtheil. Der helle ist fein- bis mittelkörniger, weißlicher oder theilweise violetter Feldspath, der häufig etwas an den des Labradorfelses erinnert. Der andere Bestandtheil ist zum größten Theile schwarzer, feinschuppiger Glimmer, der nicht in isolirten Individuen, sondern partienweise auftritt. Figur 68 giebt ein Beispiel einer Varietät dieses Gesteins. Es hat hier ein gewisses, durch die Anordnung des Glimmers hervorgerufenes geflammtes Aussehen. Ausgeprägt streifige Varietäten sind nicht selten.

Eine Art Aderung hat darin ihren Ursprung, daß der Feldspath nach gewissen, oft gebogenen Linien vorherrscht. Außer Glimmer treten im Syenit zeitweise auch ein schwarzes Eisenerz und Diallag (?) auf. An einigen Stellen ist Magneteisen neben dem Feldspath der einzige Bestandtheil.

Fig. 68. Geflammter Glimmersyenit; Querschnitt. Natürliche Größe. Tunaestveit südlich von Tunaes (Tu) am Sörfjord.

Die Hauptmasse in einem mikroskopischen Präparat von der abgebildeten Stelle war Feldspath, zum Theil mit Zwillingsstreifung und manchmal eine wellenförmige, durch eine perthitartig Verwachsung von Plagioklas und Orthoklas hervorgebrachte Streifung zeigend. Eingestreut im Feldspath liegen kleine winklige Biotitblättchen; zierliche, kleine, scharfe Krystalle, etwa von einer Augitart, nebst einigen schwarzen, stabförmigen Körperchen. Diese Minerale zeigen zum Theil eine gewisse Anordnung nach einander kreuzenden Richtungen, welche sich jedoch in ihrem Verhalten zu den Krystallformen des Feldspaths nicht näher bestimmen lassen. Die dunklen Bestandtheile des Gesteins sind Biotit, einige Chloritblätter, Epidot und wenig von einem schwarzen Eisenerze. Apatit in verhältnismäßig großen Körnern ist ziemlich reichlich vorhanden; er schließt oft einige, zumeist lange dünne und schwarze Nadeln ein, parallel denen er auslöscht. Wo die Apatitkörner den Feldspath berühren, sind sie in der Regel mit einem schmalen Rande eines grünlichen, aggregatpolari-

Digitized by Google

sirenden, nicht näher bestimmten Minerals umgeben. Auch Quarzkörner und Kalkspath wurden beobachtet. Sollte es sich herausstellen, daß Plagioklas vor Orthoklas vorherrschte, so würde Glimmerdiorit ein passenderer Name für das Gestein sein, als Glimmersyenit. Ein ähnliches Gestein bei Lille Tunaes hatte unter dem Mikroskop fast dasselbe Aussehen.

Die glimmerreicheren Varietäten verwittern meist leicht. An der Oberfläche sieht man oft Klumpen, bis zu einigen Metern groß, aus minder leicht verwitternden Varietäten, in denen leichter verwitternde liegen; die ersteren sind zugleich oft unregelmäßig körnig im Verhältnis zu den letztgenannten, die eine ausgeprägte Parallelstruktur zeigen, außer daß sie, wie erwähnt, auch glimmerreicher sind. Diese Glimmersyenite stehen meiner Vermuthung nach in ziemlich naher Verbindung mit dem eigentlichen Labradorfels. An einigen Stellen sah ich einen mittelkörnigen, gestreiften Syenit, der in höherem oder minderem Grade granatführend war, ja einzelne Partien müssen nach dem äußeren Habitus geradezu als ausgeprägter granatführender Labradorfels bezeichnet werden, ähnlich dem bekannten von Arnevaagen. Von einer anderen Stelle habe ich auch direkt geschichteten Labradorfels notirt. Es ist vielleicht überhaupt nicht unwahrscheinlich, daß man hier an Norwegens Westküste an unsern weitgestreckten Labradorfelsfeldern und deren Umgebungen eine Reihe ineinander übergehender Gesteine wird nachweisen können. Im Glimmersyenit kommen Gänge und unregelmäßig klumpenförmige Partien von grobkörnigem Granit oder Pegmatit vor. Ein ganz schmaler Gang, nur einige Centimeter breit, hatte in der Mitte einen offenen Drusenraum, in welchem Feldspath und Quarz mit Krystallflächen entwickelt waren.

Bei Takvam (*Ta*) hat man weiter keine Syenitpartien im Gneiß; etwas weiter östlich dagegen treten in kleinen Linsen und auch in größeren Partien, deren Form jedoch nicht gut zu übersehen war, kleinkörnige dunkle Gesteine auf, welche ich vorläufig unter dem Sammelnamen Diorite untergebracht habe. Auch sie schließen theilweise Pegmatitadern ein. Als Beispiele für die kleineren Dioritvorkommen theile ich die nachstehenden drei mit, aus dem Gebiete zwischen dem Bauerhof Romslo (*Ro*) und dem westlich davon liegenden kleinen Tunnel.

Die Dioritlage in der mittleren Figur 69 (*b*) ist an der breitesten Stelle ungefähr $^1/_4$ m dick. Bei *X* durchschneidet der Diorit die Gneißstruktur unter einem spitzen Winkel. Von der in Figur 69*c* abgebildeten Dioritlinse wurde speziell notirt, daß sie durch die ganze Masse gleichartig ist und kein besonderes Verhalten an den Grenzen zeigt; es ist dies wohl auch im übrigen die Regel.

Das Gestein von einigen dieser Einschlüsse im Gneiß habe ich unter dem Mikroskop untersucht. Ein etwas größeres Vorkommen östlich vom

Digitized by Google

Bauernhof J. Takvam enthält viel Hypersthen und zeichnet sich durch seinen ungewöhnlichen Reichthum an Apatit aus. Es umschließt einen größeren Pegmatitgang, eines der vielen Beispiele bei uns, wo diese Art gangähnlicher Bildungen in ziemlich basischen Gesteinen vorkommt. Der Hypersthen ist stark pleochroitisch. Der parallel der Prismenachse schwingende Strahl ist grün, die den Prismendiagonalen parallel schwingenden Strahlen sind rothbraun, resp. gelb. Hieran schließt sich einiger schwach

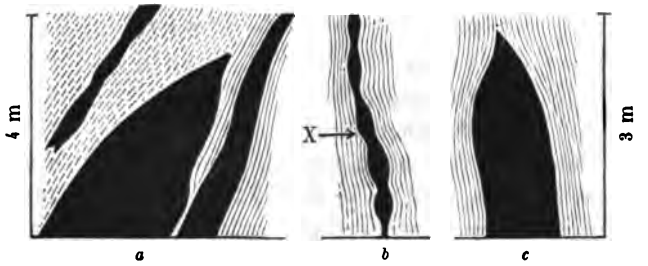


Fig. 69. Dunkler, feinkörniger Diorit. Eisenbahnsprengung am Sörfjord. Das mit feinen Linien Schraffirte ist rother Gneiß; das Gestrichelte in Fig. 69 *a* bezeichnet Gneißgranit.

dichroitischer, grüner Augit und etwas bräunliche Hornblende an. Letztere, wie die Augitminerale, kommen in ziemlich abgerundeten Körnern vor, oft mit einer schmalen Zone eines grünen Minerals, wahrscheinlich Strahlstein, umgeben. Der Plagioklas, der makroskopisch ein Aussehen wie gewöhnlicher violetter Labrador hat, zeigt sich unter dem Mikroskop erfüllt mit einem sehr feinen, dunklen Staub; er ist theilweise schriftgranitartig mit Quarz durchwachsen und enthält zahlreiche dunkle Blättchen eines bis jetzt noch unbestimmten Minerals. Apatit kommt in bedeutender Menge und in großen (abgerundeten) Körnern vor; er ist mit zonenartig angeordneten schönen Flüssigkeitsporen mit Libellen erfüllt, welche letzteren manchmal in freiwilliger Bewegung sind, und enthält weiter noch parallele, sehr feine schwarze Nadeln, welche anscheinend nach der Hauptachse angeordnet sind. Auch etwas schwarzes Eisenerz sieht man im Gestein.

Eine chemische Untersuchung, deren Vornahme ich dem freundlichen Entgegenkommen des Herrn Prof. Kjerulf verdanke, lieferte das folgende Resultat:

»Aus einer besonders abgewogenen Menge (4,5 g) des Gesteins wurde 1,40 % Phosphorsäure gefunden, welcher 3,11 % Apatit entsprechen, der demnach in dem genommenen Pulver in nicht ganz gewöhnlicher Menge vorhanden ist. Eine vollständige Analyse wurde mit einer anderen Menge pulverisirter Substanz, die mir Herr Reusch überbrachte, vorgenommen. Die gefundene Menge Eisenoxyd untersuchte ich auf Titansäure, auf Thonerde und Kieselsäure dagegen nicht; vom Eisenoxyd wurden 0,58 Titansäure erhalten. Eisen scheint als Oxydul vorhanden zu sein. Zu dem Ver-

Digitized by Google

such, eine Kontrollbestimmung durch Schlemmung der eingesprengten Menge Eisenerz zu erhalten, war nicht Material genug vorhanden. Die gesammten Bestandtheile waren folgende:

Kieselsäure	46,84
Thonerde	11,04
Eisenoxydul	19,90
Kalk	8,66
Magnesia	5,31
Kali	2,82
Natron	4,17
Titansäure	0,58
Phosphorsäure	1,40

»Das Gestein von Takvam gleicht in seinem Aussehen auf das Täuschendste dem bei Ekersund in großen Gängen den Labradorfels durchsetzenden Gestein, welches von Herrn Adjunkt S. A. Hougland in Stavanger entdeckt und, gleichzeitig mit anderen dortigen Gangvorkommnissen, seiner Ausbreitung nach erforscht wurde. Herr Professor Dr. Rosenbusch, der das Gestein von Ekersund bereitwilligst mikroskopisch untersucht hat, hat es inzwischen als einen eigenthümlichen Gabbro erkannt. (Ueber Gangdurchsetzungen bei Ekersund und deren Gesteine. Nyt Magaz. f. Naturv. Bd. 27).

Diese so wie die an früheren Stellen mitgetheilten Analysen wurden in dem Laboratorium des Herrn Professor Hiortdahl ausgeführt.« —

Die große Einlagerung in Figur 69*a* ähnelt dem hier beschriebenen Gestein, nur daß sie viel weniger Apatit enthält.

Die Dioritlinse in Figur 69 hat ein ziemlich abweichendes Aussehen und entspricht der Bezeichnung Diorit. Das Gestein enthält hier wesentlich nur Chlorit neben Hornblende, die stark pleochroitisch, lichter oder dunkler grün ist und erfüllt von einer Menge äußerst feiner dunkler Nadeln. Der Feldspath zeigt nur theilweise Zwillingsstreifung, wie ich mir denke aus dem Grunde, weil er dicht von einem, in kleinen Körnern und Krystallen auftretenden, schwach gelblich grünen, deutlich pleochroitischen Mineral, vielleicht Epidot, erfüllt ist. Biotit, Apatit und Rutil (?) wurden ebenfalls im Gestein bemerkt.

Gegen Risnaes (*R*) hin beobachtete ich, soviel ich mich erinnere, weiter keinen Diorit; hier treten Gneiße auf, die bisweilen etwas Hornblende führen und theilweise an den in Figur 66 abgebildeten Gneiß erinnern. Sie werden von feinkörnigen Granitgängen durchsetzt.

Eine eigenthümliche, ungefähr 17 m mächtige Schichtenreihe in gewöhnlichem Gneiß, westlich von Romslo, verdient besondere Hervorhebung. Sie besteht aus feinkörnigem bis dichtem, geschichtetem Gneiß mit Augen von Feldspath, Quarz, Granat und Hornblende. Meist sind diese Einschlüsse

Digitized by Google

ganz klein, können aber doch eine Größe bis 2 cm erreichen. Unter dem Mikroskop schien diese Gneißmasse aus einem sehr feinkörnigen, aggregatpolarisirenden Gemisch zu bestehen, das vermuthlich Quarz und Feldspath ist; sie war von zierlichen Lagen kleiner Biotitschuppen durchzogen, mit welchen theilweise ein Eisenerz in kleinen Knauern zusammen auftrat; diese Lagen schmiegten sich den einliegenden Mineralaugen an. Die Quarzaugen waren kugelrund und recht regelmäßig umgrenzt.

Rückblick.

Die Auffassung früherer Beobachter von der Halbinsel Bergen.

Die Anschauungen darüber, wie der geologische Bau der Halbinsel von Bergen im großen aufgefaßt werden soll, weichen beträchtlich von einander ab. Naumann, dessen Beobachtungen so ausgezeichnete sind, äußert sich hierüber nur kurz. Er faßt das Ganze als Urgebirge mit fächerförmigem Bau auf. »Grünstein« (unser Saussuritgabbro etc.) bildet die Mittelzone; zu beiden Seiten desselben hat man aufrechtstehende oder etwas unter den Grünstein einfallende Glimmerschiefer, ein Wort, welches er in ziemlich umfassender Bedeutung anwendet; zu äußerst hat man Gneiß als Unterlage für den Glimmerschiefer (bei Fuse und im Heldal, *Hd* in der Nähe von Nedsttun auf der Übersichtskarte). Eine Einlagerung in der nördlichen Gneißzone ist Labradorfels, welchen er weißes Feldspathgestein nannte. Er findet einen so deutlichen Übergang von Glimmerschiefer in Hornblende- und Grünsteinschiefer und ein so häufiges Auftreten von Grünstein im Gneißgebiete, daß man nach ihm das Ganze als eine Formation betrachten muß, deren jüngstes Glied Grünstein ist, welcher durch die dazwischen vorkommenden Schieferbildungen von dem ältesten Glied, dem Gneiß, getrennt wird. Er scheint anzunehmen, daß die Schichten, oder wie er sie auch nennt: die Parallelmassen, in der aufrechten Stellung gebildet wurden, in welcher wir sie jetzt beobachten.*)

Vierzig Jahre nach Naumann bereisten Th. Hiortdahl und M. Irgens Bergens nächste Umgebung. In der Zwischenzeit war diese Gegend von Geologen nur ganz flüchtig besucht worden. Die beiden genannten Forscher verrichteten hier in einem einzigen Sommer eine bedeutende

*) Cfr. Beiträge. I. pag. 167 u. 184.

Digitized by Google

Arbeit, aus deren Resultaten vornehmlich die ihr Buch begleitende Karte hervorgehoben werden muß. Ihre Auffassung weicht von der Naumann's ziemlich erheblich ab. Die von Letzterem als Gneiß bezeichneten Felder betrachten sie als Gneißgranit und Granit, der eruptiv ist und bei seinem Durchbruch die früher abgelagerten »Bergen-Schiefer« dislozirt hat. Eruptiv sind weiter Labradorfels, die Gesteine in der Gulfjeld-Kette (Saussuritgabbro), ferner verschiedene kleinere Gabbro- und Serpentinvorkommen nebst dem Granulit im Gulfjeld. Die Bergen-Schiefer, unter welchen Gneiß nicht genannt wird, werden als analog den von Kjerulf damals nachgewiesenen »silurischen Äquivalenten im zentralen Norwegen« aufgefaßt.

Kjerulf schließt sich, was diese anbelangt, in »Geologie des südlichen und mittleren Norwegen« wesentlich dieser Auffassung an.

Auf der zuletzt erschienenen Arbeit über die Bergen-Halbinsel, der 1880 von der geologischen Landesuntersuchung herausgegebenen Karte von Bergen, deren Revision wesentlich von Hiortdahl besorgt ist, erscheint, wie schon früher bemerkt, der nordwestliche Theil der Halbinsel als Grundgebirge bezeichnet. Die Bergen-Schiefer werden zerlegt in eine untere Abtheilung (ungefähr das mit gestrichelten Linien auf unserer Übersichtskarte Bezeichnete) und eine obere Abtheilung, welche letztere als eine Gneiß-Quarzetage charakterisirt wird und etwa dem entspricht, was wir im Vorhergehenden Ulrikens Gneißfeld genannt haben. Außerdem enthält die Karte eine ganze Anzahl Korrekturen und Verbesserungen in vielen Einzelheiten. Auf dieser als der nächsten Grundlage habe ich meine Beobachtungen ausgeführt, welche eine Fortsetzung der früheren Arbeiten der geologischen Landesuntersuchung sind.

Der geologische Bau der Halbinsel Bergen kann nach unserem heutigen Wissen verschieden aufgefafst werden.

Wenn wir im Folgenden versuchen wollen, eine Übersicht über die mitgetheilten Beobachtungen zu gewinnen, so muß zuerst bemerkt und natürlicherweise auch beklagt werden, daß hier, wie sonst noch so oft der Fall, die Beobachtungen uns außerordentlich interessant in ihren Einzelheiten erscheinen, das aber, was wir vornehmlich wissen wollen, der eigentliche Zusammmenhang, verschleiert ist.

Die einfachste Deutung der behandelten Gegend ist gewiß die, welche in dem nachstehenden, quer über die Halbinsel Bergen von Nordwest nach Südost gelegten Idealprofil ihren Ausdruck findet; sie ist hier aufgefaßt als ein einzelnes Stück Erdrinde, mindestens 20 000 m dick, welches bei dem Faltungsprozeß in die Stellung, in der wir es jetzt sehen, emporgepreßt wurde. Einen anderen Einwand gegen diese Deutung kann man nicht

Digitized by Google

machen, als den, daß man eine außerordentlich große Mächtigkeit annehmen muß, ja eine solche, welche in Rücksicht auf die Zusammenpressung des Schichtensystems noch größer als oben angegeben sein muß. Natürlicherweise braucht aber diese Erklärung nicht deswegen richtig zu sein, weil sich nichts bestimmtes gegen sie sagen läßt.

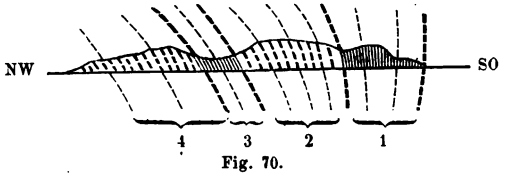


Fig. 70.

1 Silurschichten bei Os. 2 Ulrikens Gneißterritorium. 3 Bergen-Schiefer im engeren Sinne. 4 Gneißterritorium in nordwestlichen Theil der Halbinsel Bergen.

Eine andere Art der Auffassung, die mir ebenso denkbar erscheint, wäre die, daß die großen Gneißfelder sich in ähnlicher Weise verhalten könnten, wie die Schweizer Zentralmassive, daß sie beim Faltungsprozesse zwischen die jüngeren Schichten aufgepreßt worden wären. Die erwähnten Zentralmassive braucht man sich nicht, wie in Figur 71, als nur von einer einzigen Falte gebildet zu denken, man kann sie sich sehr gut vorstellen als aus mehreren zusammengepreßten zusammengesetzt. Hiergegen könnte man einwenden, daß innerhalb der Gneißfelder die zonenweise Vertheilung der Gesteine nicht eine solche ist, daß sie sich als Falten oder Faltensysteme deuten läßt; man muß sich aber erinnern, daß ebenso variabel, wie sich die Zusammensetzung der Gneißfelder in der Streichrichtung erweist, sie auch in einer Richtung lothrecht dazu sein kann, weshalb man aus der petrographischen Beschaffenheit die Schichten, die demselben Niveau angehören, nicht wieder erkennen kann.

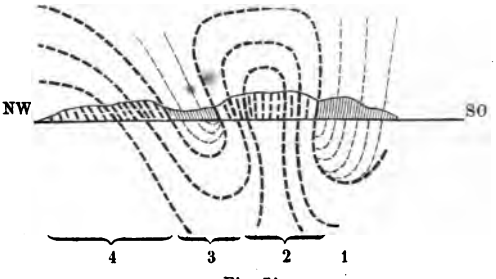


Fig. 71.

1 Silurschichten bei Os. 2 Ulrikens Gneißterritorium. 3 Bergen-Schiefer im engeren Sinne. 4 Gneißterritorium im Nordwesten der Halbinsel.

Denselben Einwand könnte man dem machen, der geneigt wäre, die eigentlichen Bergen-Schiefer und die Silurschichten von Os nicht für gleichzeitige zu halten. Ebenso gut wie die Schichtenfolge bei Trengereid eine andere ist als bei Os, welche beiden Punkte ungefähr in derselben Streichrichtung liegen, ebenso gut kann sie eine dritte sein bei Nedsttun. So viel scheint mir jedoch wahrscheinlich, daß wir bei Os eine einzige, ungefähr 5000 m mächtige Schichtenreihe vor uns haben, und daß man sich hier keine Faltungen denken kann, durch welche einige der auf unserer Karte

Digitized by Google

bezeichneten Formationsglieder als gleichzeitige zu deuten wären. Dasselbe scheint auch, soweit ich es beobachten konnte, von den eigentlichen Bergen-Schiefern zu gelten. Daher habe ich sie auch, ganz hypothetisch natürlich, in dem Profile in Fig. 71 von dem zwischenliegenden Gneißfelde durch Faltungsverwerfungen getrennt gezeichnet.

Noch mehrere Möglichkeiten wären denkbar, die vorhandenen Facta zu deuten; besonders die, welche auf der von der Landesuntersuchung herausgegebenen Karte zum Ausdruck gekommen ist, nach welcher Ulrikens Gneißfeld ein über den eigentlichen Bergen-Schiefern und den Schiefern von Osören liegender Schichtenbau wäre, also, nachdem die Versteinerungen gefunden wurden, zum mindesten jünger als untersilurisch. Die grundgebirgsähnliche Zusammensetzung kann in solchem Falle nicht so sehr verwundern in einer Gegend, wo Gneiß und andere höchst krystallinische Schiefer unzweifelhaft mit fossilführenden Schichten zusammengelagert vorkommen.

Was zur Entscheidung zwischen den verschiedenen Erklärungen fehlt, ist die detaillirte Bekanntschaft mit der ganzen Gegend; denn es kann kein Zweifel darüber sein, daß man dem wahren Sachverhalte ziemlich nahe kommen würde, wenn eine zuverlässige, im Detail und in großem Maßstabe ausgeführte geologische Karte vorläge. Eine solche Detailkarte würde aber in einer so schwierigen Gegend, wie der hiesigen, jahrelange Arbeit erfordern.*) Während also das, was sich über den Gebirgsbau im allgemeinen sagen läßt, sehr hypothetischer Natur ist und mehr als eine Deutung zuläßt, kommen wir dagegen bei der Besprechung der metamorphischen Phänomene und der Zeugnisse der merkwürdigen Zusammenpressung des Schichtenbaues auf einen sichereren Grund.

Metamorphische Phänomene.

Kalkstein. Die Anzeichen davon, daß eine eingreifende Metamorphose stattgefunden hat, sind untrüglich. Die Fossilien in der südlichen Thonschieferzone liegen jetzt, wie wir gesehen haben, in Marmor, und sie

*) Westlich von der Halbinsel Bergen liegt die Sartor-Insel, die vom Festlande durch einen Fjord geschieden ist. Der südliche Theil dieser Insel, der auf der von der Landesuntersuchung herausgegebenen Karte als Grundgebirge bezeichnet ist, ist von Irgens und später von Hiortdahl bereist worden. Aus den Tagebüchern, welche diese Forscher der geologischen Landesuntersuchung eingeliefert haben, geht hervor, daß das Streichen — im Großen von NNW nach SSO, Fallen gegen ONO — hier ziemlich senkrecht gegen das auf dem nahen Festlande steht. Auch hier also ist eine Aufgabe in Verbindung mit dem übrigen geotektonischen Verhalten auf der Halbinsel Bergen zu lösen.

Digitized by Google

selbst sind zu einem ziemlich grobkrystallinischen Kalkspath geworden. Die Umwandlung des Kalkes zu Marmor ist jedoch ein so häufig besprochenes Phänomen, daß hier näher darauf einzugehen unnöthig erscheint.

Was den hier in Frage stehenden Kalk betrifft, schließe ich mich im wesentlichen den Anschauungen an, die Baltzer bezüglich der im Malm auftretenden Marmorschichten im Berner Oberland*) vorgebracht hat, indem er sagt: »Die Verwandlung ist keine Folge eines Kontaktes mit einem Eruptivgestein (weder direkt noch indirekt vermittelt durch Eruptivwasser). Kontaktminerale fehlen. Als einen Hauptfaktor für die Verwandlung betrachte ich die bei der Gebirgs-Hebung und -Faltung wirkenden Zusammenpressungen, Ausdehnungen und Stauungen im Innern der belasteten Massen; hierzu kommt die Einwirkung der Erd- und Friktionswärme nebst der Gesteinsfeuchtigkeit.«

Thonglimmerschiefer. Auffälliger sind die Veränderungen, welche mit dem Thon vorgegangen sind, worin die Trilobiten und andere Thierreste von Vagtdal auf dem Boden des Silurmeeres begraben wurden. Er ist jetzt zu einem Gestein geworden ähnlich dem Muskovitschiefer, mit porphyrartig eingeschlossenen dunklen Glimmerindividuen. Interessant ist, daß gerade die besten Versteinerungen in einem unzweifelhaft in hohem Grade veränderten Gestein gefunden wurden. Man hat nämlich, anscheinend wenigstens, eine ganze Reihe Übergänge von glänzendem Thonschiefer zu unverkennbarem Muskovitschiefer. Es sollte mich übrigens nicht wundern, wenn dieser Übergang mehr scheinbar als wirklich wäre, und ob nicht z. B. die dunklen Schiefer, worin Graptolithen gefunden wurden, und die in ihrem Aussehen sich dem Thonschiefer nähern, ebenso gut Glimmerschiefer sein könnten wie die Trilobiten führenden, nur daß ihr Glanz durch einen verhältnismäßig reichlichen Gehalt an bituminösen Stoffen mehr verhüllt ist. Der quarzführende Talkglimmerschiefer muß gewiß mit den fossilführenden Schiefern zusammengestellt werden, ungeachtet in ihm noch keine Thierreste gefunden worden sind; trotz der Verschiedenheiten ist doch der petrographische Habitus im ganzen genommen derselbe, ja beide Zonen können theilweise vollkommen gleiche Varietäten, namentlich von Glimmerschiefer, aufweisen.

Sandstein, Sparagmit und Konglomerat. Der Sandstein ist quarzitähnlich geworden. Die polygenen, flachgedrückten Konglomerate wurden eingreifenden Veränderungen unterworfen. Einen schönen Beweis davon giebt das in Figur 31 dargestellte Gestein. Sowohl die Grundmasse

*) Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz. Zwanzigste Lieferung. Der mechanische Kontakt von Gneiß und Kalk im Berner Oberland. Bern 1880. p. 59 und 60.

Digitized by Google

als die eingeschlossenen Steine wurden gespickt mit Hornblende- und Magneteisenkrystallen, von denen man die erstgenannten, wie schon vorher bemerkt, manchmal aus der Grundmasse in die Steine hineinragen sieht, so daß sie auf einen epigenetischen Ursprung hinweisen. Hat man das gesehen, so findet man einen Anhalt dafür, daß es sich ebenso mit einem großen Theil des Glimmers im Mobergkonglomerat und mit dem Chlorit in dem grünlichen Sparagmit verhalten muß. Es erscheint mir ferner nicht widersinnig, wenn das wenig typische Aussehen, das ein großer Theil der Gesteine in dem Gerölle der Konglomerate hat, dem metamorphischen Prozeß, bei welchem der Glimmer ausgeschieden wurde, zugeschrieben wird. Schon früher habe ich erwähnt, daß der grünliche Sparagmit bei Kuven ein so gneißartiges Ansehen hat, daß ich ihn beim ersten Anblick für eine eigenthümliche Gneißvarietät hielt. Ebenso bin ich geneigt, den grünen Gneiß von Trengereid als einen umgewandelten Sparagmit zu betrachten.

Gneiß. Unsere in dem silurischen Terrain vorkommenden Gneiße, Quarzaugengneiß und andere, bin ich geneigt als sedimentär, ursprünglich aus lockerem Material, Granit- oder Gneißgrus, gebildet anzusehen. Sie gehören ebenso gut dem Silur zu, wie die Konglomerate, Sandsteine und die versteinerungführenden Gesteine.

Zur näheren Erläuterung wollen wir zunächst untersuchen, welche andere Entstehungsarten wir uns als möglich denken können. So könnte man sie vielleicht einen Augenblick für die Unterlage des Silur halten, welche an mehreren Stellen entblößt hervorträte; dagegen spricht aber doch die Art ihres Vorkommens als verhältnismäßig wenig mächtige und regelmäßig zwischen die verschiedenen übrigen Gesteine eingeschichtete Lagen. Ich weise dabei hin auf die große Karte und das Profil, die kleine Kartenskizze Figur 57, die Figuren 13 und 14, auf den Gneiß im fossilführenden Thonglimmerschiefer von Mobergvold, Seite 29 etc.

Da nun also keine Wahrscheinlichkeit dafür spricht, daß der Gneiß älter wäre als das Silur, so könnte er vielleicht jünger und ein Gangzug durch die bereits aufgerichteten Silurschichten sein. Die Parallelstruktur wäre für diese Annahme kein Hindernis, ist sie doch wahrscheinlich überhaupt sekundärer Natur, und hatten wir schon früher Gelegenheit, als Beispiel von Eruptivgesteinen mit Parallelstruktur den gestreiften Syenit vom Langesundfjord zu nennen.

Inzwischen müssen wir doch beachten, daß die Längserstreckung der Gneißlagen beständig parallel dem Streichen der Schiefer ist; daß an den umgebenden Gesteinen sich keine Kontaktwirkungen nachweisen lassen; daß endlich die Gneißmasse keine besondere Grenzstruktur aufweist, welche darauf deuten könnte, daß die Begrenzungsflächen zugleich Abkühlungsflächen gewesen wären.

Digitized by Google

Wenn so beides wenig wahrscheinlich ist, sowohl daß die Gneiße älter, als daß sie jünger als Silur wären, so müssen wir sie eben für gleichalterig damit halten, für Schichten zwischen Schichten; das ist auch der unmittelbare Eindruck, den man empfängt, nicht allein bei Osören, sondern auch in dem beschriebenen, durch große Sprengungen bloßgelegten Profil bei Trengereid.

Man könnte nun fragen: hat man vielleicht eruptive Ströme vor sich, die sich über den Meeresboden der Vorzeit ergossen haben, oder sind es Sedimente, und im letzteren Falle Tuff oder gewöhnliches klastisches Material? Der Mangel an Abkühlungserscheinungen spricht nicht zu Gunsten der ersteren Annahme. Daß ein Theil oder aller Gneiß ursprünglich Tuff gewesen, wäre wohl denkbar, aber mehr läßt sich wohl dafür nicht sagen. Ich für meinen Theil halte wie gesagt dafür, daß das ursprüngliche Material klastisch war.

Eine Stütze für diese Anschauung finde ich vornehmlich in dem Quarzaugengneiß. Auf der einen Seite wird er von Konglomerat begrenzt, auf der anderen, der nordwestlichen, auch von Konglomerat oder theilweise auch unmittelbar von den fossilführenden Thonglimmerschiefern mit Kalk. Das letztgenannte Konglomerat enthält manchmal Bruchstücke von ihm. Hier hat man ein Verhalten, welches dagegen spricht, daß der Quarzaugengneiß ein durch die schon gebildeten Silurschichten emporgebrochenes Eruptivgestein sein könnte. Die große Gneißschicht nördlich vom Ulven-See, die petrographisch theilweise ein vollständiger Granit ist, entspricht der speziellen Gneißvarietät, dem Augengneiß, an einer andern Stelle; was für die eine Gneißschicht gilt, muß auch für die andere Geltung haben.

Gewiß ist der Quarzaugengneiß zum größten Theil ziemlich gleichartig und hat, ungeachtet er Parallelstruktur zeigt, ein gewisses massiges Auftreten; aber manchmal, z. B. bei Saervold, zeigt er doch eine deutliche Schichtung verschiedener Varietäten. Weiter südwestlich, wo ich das Vorkommen jedoch nicht genauer untersucht habe, scheint er in ziemlich dünnen Lagen, wechsellagernd mit anderen geschichteten Gesteinen vorzukommen. Für mein persönliches Urtheil ist besonders das Aussehen des Quarzaugengneißes bei den Rödshellen (am Samangerfjord außerhalb der Karte; vergl. S. 28) von Bedeutung; das Gestein sieht hier, wie schon früher erwähnt, aus, als wenn es aus flachgedrücktem Gerölle zusammengesetzt wäre, in ähnlicher Weise wie das Mobergkonglomerat, aber zusammengesetzt aus einem ganz gleichartigen Material. Andeutungen davon, daß auch andre Gneiße einen ganz ähnlichen Ursprung haben können, habe ich von Lekven und Storum im südwestlichsten Theil der Karte. Wie gesagt, können aber diese Beobachtungen vorläufig, so lange das zur detaillirten Beschreibung erforderliche Vorkommen nicht näher untersucht ist, wesentlich nur für den Bedeutung haben, der diese Lokalitäten gesehen hat.

Digitized by Google

Die Sache verhält sich hier ähnlich, wie ich in Hornelen's Konglomeratfeld bei Vik im Aalfotenfjord, einem Seitenarm des großen Nordfjord, beobachtet habe; nur ist es hier nicht ein Granit oder ein Gneiß, der an Konglomerat erinnert, sondern ein Konglomerat, das wie Granit aussieht. Das Gerölle, das dasselbe zusammensetzt, besteht so gut wie ausschließlich aus weißem Granit. Da das Bindemittel manchmal auch granitähnlich, wahrscheinlich Grus von demselben Granit ist, so hat das Gestein im Ganzen ein vollkommen granitartiges Aussehen.

Regenerirte Granite können übrigens auch auf andere Weise entstehen. Eine gewöhnliche Art, auf welche Granit verwittert, ist bekanntlich die, daß er in einen kantigen Grus von kleinen Stückchen zerfällt, von denen jedes ein Granitstückchen ist, so gut wie das frische Gestein. Durch Zusammenkitten derselben muß man natürlicherweise ein dem ursprünglichen sehr ähnliches Gestein erhalten. Unter Professor Eck's Führung hatte ich Gelegenheit, im Schwarzwald einen solchen regenerirten Granit zu sehen, dessen Äußeres dem ächten Granit täuschend ähnlich war.

Ein Gestein, welches auch genannt werden muß, wenn von dem ursprünglichen Material unsrer Gneiße die Rede ist, ist der namentlich im östlichen Theil von Norwegen so ausgebreitete feldspathführende Sandstein, Sparagmit. In ähnlicher Weise denke ich mir, daß unsre Gneiße ursprünglich ausgesehen haben.

Klastisches Material von Granit (oder Gneiß?), zum mindesten theilweise als Gerölle, ist es folglich, was meiner Meinung nach den Stoff zu unsern silurischen Gneißen geliefert hat. Der Grund dafür, daß der klastische Charakter sich so vollständig verlor, kann vielleicht der sein, daß die Bedingungen, unter denen die Umwandlung vor sich gegangen ist, denjenigen sehr ähnlich waren, unter welchen das ursprüngliche Gestein, Granit (oder Gneiß?), sich bildete, nämlich bedeutender Druck und hohe Temperatur etc. Wie es sich nun auch verhalten möge, so ist es natürlich nicht meine Absicht, die hier angedeutete Entstehungsart vom Gneiß im Allgemeinen behaupten zu wollen; es fällt mir z. B. nicht ein zu sagen, daß der mächtige Grundgebirgsgneiß der Romsdal-Küste mit seinen Eklogiten und Olivinen etc. in derselben Weise entstanden sein müßte, wie diese nach Ausdehnung und Mächtigkeit beinahe verschwindenden Silurgneiße.*)

Hier, wo die Rede vom Ursprunge der Gneißschichten ist, dürfen wir indessen die in ihm eingeschlossenen Bruchstücke von Grünschiefer und Hornblendeschiefer nicht unerwähnt lassen, welche wir von dem Gneiß südlich von Söpteland (Fig. 42 u. 43) und von dem Quarzaugengneiß bei

*) Ein Sparagmit braucht natürlich nicht immer durch die Metamorphose zu einem Gneiß zu werden; der Sparagmit z. B., welcher an der Grenze des eruptiven, postsilurischen Syenits bei Kristiania vorkommt, sieht ziemlich hornsteinähnlich aus.

Digitized by Google

Ulven (Fig. 40) abgebildet haben. Solche Bruchstücke würde man wohl gern, namentlich wenn sie in einem vollständig granitähnlichen Gestein, wie in dem von Söpteland, vorkommen, zu Gunsten der Annahme eines eruptiven Ursprunges des genannten Gesteins verwerthen; aber man kann sie sich ebenso gut als Einschlüsse in einem ursprünglich klastischen Gestein denken, außerdem auch als auf andre gleich zu besprechende Weise in die umschließende Masse gelangt. Die eigenthümliche Splitterung der Schieferbruchstücke von Söpteland hängt meiner Meinung nach mit einer Reihe anderer, von der Dislokation des Gesteins herrührender Phänomene zusammen, und hat mit einem ursprünglich flüssigen oder plastischen Zustand nichts zu thun.

Saussuritgabbro, Diorit, Dioritschiefer und Hornblendeschiefer etc. Diese Gesteine betrachte ich im Einklang mit den älteren Forschern bezüglich ihrer Entstehung im Zusammenhange. Während ich bezüglich unsrer Gneiße zunächst einem rein klastischen Ursprunge huldigte, sehe ich in den Gesteinen, zu deren Betrachtung wir nun übergehen, Eruptive und deren Tuffe.

Daß die auf unsrer Karte grün dargestellten Gesteine, Dioritschiefer und die ihm nahestehenden, zum allergrößten Theile unzweifelhaft sedimentär sind, wird Jeder einräumen; sie sind deutlich geschichtet; bei Hagevik findet sich ein Konglomerat in ihnen zwischengelagert; südwestlich von Os geht das gequetschte, polygene Konglomerat auf die Seite 25 beschriebene Weise in den unterliegenden Hornblendeschiefer über.

Auf der andern Seite macht ein Theil des Saussuritgabbro, da wo die Flaserstruktur zurücktritt, namentlich bei Söndre Trengereid, durch sein gleichmäßiges Äußere den Eindruck eines Eruptivgesteins; wo dagegen die Flaserstruktur mehr ausgeprägt ist, scheint eine Annäherung an die unzweifelhaft sedimentären Gesteine stattzufinden. Ja, man hat selbst, wie wir gesehen haben, ausgezeichnet geschichteten Gabbro. Ein Gestein bloß in Folge seines allgemeinen Habitus als eruptiv anzunehmen, ist natürlich wenig begründet, aber bei dem massiven Saussuritgabbro muß man sich doch erinnern, daß für verschiedene verwandte Gesteine, die jünger als das Grundgebirge sind, ein sicher eruptiver Ursprung nachgewiesen ist. Es stimmt also gewiß mit bis jetzt bekannten Thatsachen überein, wenn wir uns der Anschauung anschließen, daß die mehr massigen Abarten des Gabbro eruptiv sind. Daß die fraglichen Gesteine in einem heißen Urmeer oder unter Bedingungen, welche man für die allerälteste Zeit unsrer Erde annehmen könnte, abgesetzt sein sollten, ist nicht denkbar. Man erinnere sich nur, daß die Zeit für die Bildung unseres Saussuritgabbro die Silurzeit ist, der Schauplatz wohl zunächst dem Meere, wo die Korallen wachsen, Gastropoden kriechen und Trilobiten sich in der ihnen eigenthümlichen

Digitized by Google

Weise bewegen; auf der Karte sehen wir den Saussuritgabbro zwischen unseren zwei versteinerungführenden Niveaus.

Weiter als zu den hier ganz im Allgemeinen mitgetheilten Andeutungen von der wahrscheinlichen Entstehungsweise der besprochenen Gesteine als eruptive oder sedimentäre Tuffe darf man wohl nicht gehen.*) Wir sind noch weit davon entfernt, nachweisen zu können, was Ströme waren oder Tuffe, oder ob einige vielleicht »regenerirte Eruptive« sind oder ein Theil vielleicht anderes klastisches, aus größerer Entfernung hertransportirtes loses Material, oder auch ob einzelne in den Schichten eingeschlossene Klumpen als Lapilli zu betrachten sind. Der regionale Metamorphismus und die starken Pressungen beim Faltungsprozeß des Schichtenbaues haben bei diesen Gesteinen gewiß ebenso wie anderwärts die Kennzeichen des ursprünglichen Gebirgsbaues in hohem Grade verwischt.

Am genauesten habe ich den Saussuritgabbro in dem westlichsten Theile unsers Gebietes studirt, wo sein ausgeprägter Schichtenbau mich in hohem Grade interessirte. Wie schon früher erwähnt, streichen die Schichten in einem Bogen und fallen nach auswärts unter einem verhältnismäßig wenig steilen Winkel, ausgenommen an der südlichen und nördlichen Grenze, wo die Struktur des Gesteins (von Schichtung kann man hier nicht mehr mit Sicherheit sprechen) ziemlich lothrecht steht. Wenn man also nicht gerade die Grenzen begeht, sondern anderswo zwischen den Klippen herum wandert, kommt man schnell zu dem Resultate, ein geschichtetes Gestein vor sich zu haben. Selbst wenn man annimmt, daß eine ursprünglich flüssige und später erstarrte Masse in ihrem Aussehen einem geschichteten Gestein sehr nahe kommen könne, kann sie doch niemals so regelmäßige Lagen und mit Bezug auf Korngröße und Bestandtheile eine so deutliche Abwechselung aufweisen, als wie dies hier der Fall ist. Angesichts dieses Vorkommens muß man, selbst wenn man von vornherein wenig dazu geneigt ist, zugeben, daß es geschichtete, sedimentär gebildete Gabbros giebt, daß man die Gabbrobestandtheile also ebensowohl eruptiv, wie sedimentär finden kann, gerade so gut, wie das Gemenge der drei Minerale Orthoklas, Quarz und Glimmer eruptiv als Granit und sedimentär als Gneiß auftritt. Aber auf der andern Seite finden sich merkwürdige Unterbrechungen des geschichteten Gabbro durch größere Partien von ungeschichtetem und durch kleinere Adern. Einige der letzteren sind auffallend

*) Wir erinnern hier an die »alten Vulkane« im Silur von Wales (Llandeilo und Caradoc). Übrigens bietet unsre Gegend wahrscheinlich verschiedene Vergleichungspunkte mit dem Silur des nördlichen Schottland und Irland. In der erwähnten Gegend von Schottland wurden die ersten Fossilien 1851 von Peach in Ablagerungen gefunden, die bis dahin für Grundgebirge gehalten worden waren. Weitere Untersuchungen wurden vorgenommen von Murchison, Ramsay, A. Geikie u. a. Siehe auch Zirkel (Zeitschrift der geolog. Gesellschaft. 1871).

Digitized by Google

grobkörnig, andere und gerade solche, welche die sie durchsetzenden Schichten verwerfen, sind, was ihre Konstitution anbelangt, identisch mit einem Theil der Schichten und fließen mit ihnen zusammen. Ich denke mir, daß dieses Verhalten denselben starken, unter gewaltigem Druck vor sich gehenden metamorphischen Prozessen zugeschrieben werden muß, von welchen wir überall Anzeichen sehen. Der »Saussurit« wird ziemlich allgemein als ein Umwandlungsprodukt angesehen. Daß er es auch hier sei, und zwar von Labrador, scheint mir sehr wahrscheinlich; ist er durch einfache Umkrystallisation entstanden, so muß dieselbe von einer Volumenverminderung begleitet worden sein, denn das spezifische Gewicht des Saussurit (3,19) ist größer als das des Labradors (ca. 2,7). In Verbindung damit kann es angezeigt sein, an eine andere Gabbrometamorphose zu erinnern, an die nämlich, welche bei unseren im Gabbro aufsetzenden Apatitgängen stattfindet. Innerhalb dieser verschwindet, wie Brögger und der Verfasser nachgewiesen haben, der violette Labrador; an seiner Stelle hat man ein weißes Mineral, welches nach Michel Levy Skapolit sein soll.*)

) Von fremden Vorkommen, die mit unserem Saussuritgabbro verglichen werden können, sind früher schon die sächsischen Flasergabbros besprochen worden; hier soll auch der von James D. Dana beschriebene sogenannte Norit etc. in Westchester County am Hudson-Flusse, New-York, genannt werden; in seinem Auftreten mag er unsern Gesteinen mehrfach gleichen; Dana vermuthet auch, daß eingreifende metamorphische Prozesse mit ihm stattgefunden haben). Zuerst sucht er nachzuweisen, daß sie in einem geschmolzenen oder plastischen Zustand gewesen sein müssen; er weist darauf hin, daß die Krystallindividuen oft entzwei gebrochen sind, daß die fraglichen Gesteine im anstoßenden Gebirge als Gänge auftreten etc. Hierauf wirft er die Frage auf, ob sie, um Hunt's Ausdruck zu gebrauchen, indigen oder exotisch sind, ob sie früher existirende, sedimentäre Gesteine sind, die an derselben Stelle geschmolzen wurden (durch »movement and friction connected with an upturning of the rocks«), oder ob es aus großer Tiefe aufgestiegene geschmolzene Gesteine sind. Die auf beide Art und Weisen entstandenen Gesteine mögen zumeist dieselben Erscheinungen aufweisen, aber die aus sedimentären Ablagerungen hervorgegangenen können doch in der Regel nicht so gleichmäßig sein, wie die wirklichen Eruptive, weil die sedimentären Gesteine mehr variiren; sie können auch keine Säulenstruktur aufweisen, weil man es nicht mit erhitzten Massen zu thun hat, die zwischen kalten Wänden abkühlen. Großes Gewicht legt er auf gewisse Bänder von sedimentären Gesteinen innerhalb der anscheinend eruptiven, worüber auf seine Darstellung hingewiesen sein mag; eins seiner Profile (10 m lang?) durch steile Schichten ist beispielsweise folgendes: zuerst Kalkstein, dann Glimmerschiefer, theilweise sich Gneiß nähernd, hiernach »Sodagranit« und dann »Quarzdiorit«. In jedem der beiden letztgenannten findet sich eine gneißartige Schicht, die parallel den einschließenden Schiefern steht, ja sogar dieselben Biegungen, wie diese, zeigt. Diese Schichten, die manchmal entzwei gerissen sein können, beweisen, daß das umgebende Gestein kein Eruptiv ist, sonst müßten diese eingeschlossenen dünnen Lagen aus ihrer Stellung

*) Geological relations of the limestone belts of Westchester county, New York. American Journal of science. Vol. XX, XXI und XXII.

Digitized by Google

Granulite haben wir von verschiedenen Lokalitäten besprochen; es ist deshalb jetzt leichter, sich über das Auftreten dieses Gesteins auf der Bergen-Halbinsel auszusprechen, als früher, da man nur das eine Vorkommen, von Gulfjeld bei Süd-Trengereid, kannte, welches ich übrigens nicht besucht habe. Naumann berichtet hier von »zwey lagerähnlichen Massen eines weißsteinartigen Gesteines, von welchen die eine auf höchst paradoxe Weise sich zum Nebengestein zugleich wie Gang und Lager verhält.« Das Nebengestein ist Grünsteinschiefer. Später bezeichnet er diese Massen ohne Weiteres als Weißsteinlager.*) Hiortdahl und Irgens nennen sie dagegen Gänge.**)

Granulit ist, wie bekannt, ein ziemlich unbestimmter Begriff. Am besten sind die dazu gehörenden Gesteine in Sachsen studirt worden, wo in letzter Zeit unter Professor Credner's Leitung besonders schöne Detailkarten über das Granulitgebiet ausgearbeitet worden sind.

Liest man in dem von Dathe zu »Sektion Waldheim« gelieferten Texte***) nach, welcher eine der neuesten Arbeiten über die hierher gehörigen Gesteine ist und dieselben sehr ausführlich behandelt, so findet man folgende Beschreibung des normalen Granulites. Zunächst hat man eine feinkörnige bis dichte Masse, die hauptsächlich ein Gemisch von Feldspath und Quarz ist. In demselben liegt Quarz in größeren rundlichen oder flach linsenförmigen Körnern oder auch in dünnen, höchstens papierdicken Lamellen; außerdem kommen kleine bräunliche bis schwarze Blättchen von Magnesiaglimmer vor. Quarz und Glimmer sind parallel angeordnet, wodurch das Gestein eine schiefrige Struktur erhält. Braunrother Granat, durchschnittlich von der Größe eines Hirsekorns, aber auch bis zu mikroskopischer Kleinheit herabsinkend, bildet rundliche Körnchen, seltener Rhombendodekaëder, und ist meist gleichmäßig im Gestein vertheilt. Außerdem finden sich hier und da als Nebenbestandtheile platte Körner von Cyanit und knotenförmige Aggregate von Sillimanit in wechselnder Häufigkeit. Regelmäßiger treten in mikroskopisch kleinen Individuen auf: Zirkon, Rutil, Turmalin, Eisenglanz und Fibrolith.

Der Feldspath des Granulit ist theils Kali-, theils Natron-Feldspath.

---

gebracht worden sein. Wir müssen hier an unsre, im Saussuritgabbro eingeschlossenen Gneißschichten denken; der Granit von Skeisosen mit den eingeschlossenen Breccien und der Glimmerschieferschicht, besprochen Seite 34, zeigt ein ähnliches Verhalten. Dana beschreibt eine Lokalität, wo zwei bis drei Zoll dicke Lagen von »Norit« mit solchen von »chrysolitic rock« wechsellagern; die Grenzen sind nicht scharf. Dieses Vorkommen scheint unserem geschichteten Gabbro mit olivinführenden und olivinfreien Varietäten ziemlich zu entsprechen.

*) Beiträge. I. p. 146 u. 149.

**) Geologiske Undersoegelser etc. p. 15.

***) L. c. p. 6. Vergl. Dathe, Beiträge zur Kenntnis des Granulits. Zeitschr. d. Deutschen geolog. Gesellschaft. Jahrg. 1882. p. 12.

Digitized by Google

Die mittlere Zusammensetzung des Gesteins ist folgende: Kieselsäure 74,50 (75,81) — Thonerde 10,70 (12,33) — Eisenoxyd und Eisenoxydul 5,60 (Oxydul 3,78) — Kalkerde 2,20 (3,74) — Kali 4,00 (0,97) — Natron 2,25 (3,98).*)

Dem normalen sächsischen Granulit stehen der Andalusitgranulit mit ausgeschiedenem Andalusit und der Augengranulit nahe, welcher letztere in einem mit ausgeprägter Parallelstruktur versehenen Gemisch von Feldspath und Quarz eingesprengte größere Individuen von Feldspath und Granat zeigt, um welche sich die Parallelstruktur des Gesteins schmiegt.

Außer diesen, den eigentlichen Granuliten, hat man noch den an Magnesiaglimmer reichen Glimmergranulit, welchen die früheren Beobachter mit dem Namen Gneißgranulit und Granulitgneiß belegten, sowie den Diallaggranulit. Der letztere ist ein feinkörniges dunkles Gestein, welches wir nach der bei uns gebräuchlichen Nomenklatur, wenigstens vorläufig, als Gabbro bestimmen würden. Von seinen vielen Bestandtheilen möge hier nur der schon durch die Benennung angezeigte Diallag, sowie der Labrador hervorgehoben werden. Eine Abart des Diallaggranulites ist der eklogitartige Diallaggranulit; ein anderes Endglied besteht beinahe ausschließlich aus Hornblende und Magnesiaglimmer und muß vom rein petrographischen Standpunkte aus als Amphibolit bezeichnet werden.

Wie man sieht, geht es auch hier, wie so oft, daß der praktische Geolog, der die Definitionen des petrographischen Lehrbuchs in der Praxis anwenden und die vorkommenden Gesteine benennen soll, genöthigt ist, die Definitionen ziemlich dehnbar zu machen. Noch weiter muß der Begriff Granulit gefaßt werden, wenn er unsere Varietäten einschließen soll. Was unsere Granulite der Bergen-Halbinsel von den normalen sächsischen wesentlich unterscheidet, ist der Gehalt an Hornblende; einzelne unserer Granulite, welche den sächsischen am nächsten kommen, sind die, welche sowohl etwas Hornblende, als Granat enthalten. Nach der gewöhnlichen Bezeichnungsweise müßte man ein solches Gestein granatarmen, normalen Granulit mit accessorischem Hornblendegehalt nennen. Aber außer diesem haben wir alle Übergänge von Granulit, der weder Granat noch Hornblende führt, bis zu jenem, wo diese genannten beiden Bestandtheile in dem Grade überwiegen, daß das Gestein sich einem Eklogit nähert. Hornblende ist in unseren Gesteinen ein konstanterer Gemengtheil als Granat; ein häufiges Endglied ist deshalb bei uns ein Granulit, welcher sich dem Diorit nähert. Wenn ich die sächsischen und norwegischen Granulite, die ich durch

*) Die in Klammern beigefügten Zahlen sind das Resultat von Hiortdahl's und Irgens' Analyse des Granulits vom Gulfjeld. Sie beschreiben ihr Material in folgender Weise: überwiegend weißer Feldspath, Quarz in größeren, Granat in kleineren Körnern und Punkten; hier und da Hornblendenadeln; vom Natrongehalt wird bemerkt, daß er vom Feldspath herrührt.

Digitized by Google

Autopsie kenne, überblicke, so erscheint es mir am richtigsten, Granulit folgendermaßen zu definiren:

»Granulit ist ein krystallinisch schiefriges Gestein, aus Feldspath und Quarz bestehend und gewöhnlich reich an accessorischen Mineralen.«

Man könnte den Granulit als quarzreichen und quarzarmen unterscheiden.

Die Varietäten, welche größere Mengen accessorischer Bestandtheile enthalten, könnten wie folgt bezeichnet werden:

1) Granatgranulit, der normale sächsische.
2) Andalusitgranulit.
3) Augengranulit, mit Feldspathaugen.
4) Glimmergranulit.
5) Hornblendegranulit.
6) Chloritgranulit, mit Chlorit durchwachsen.
7) Diallaggranulit.
8) Turmalingranulit.*)

Folgt man dieser Bezeichnungsweise, so fallen bei uns eine ganze Reihe von Gesteinen unter den Begriff »Granulit«, welche man sonst schwer einzureihen wüßte.**) Ich denke dabei an eine ganze Zahl von Schichten, die ich bei meinen früheren Reisen für die geologische Untersuchung an der Küste nördlich vom Sognefjord studiren konnte. Sie treten in einer Folge von krystallinischen, schiefrigen Gesteinen auf, welche über dem Grundgebirge liegen und zufolge ihres gleichen Habitus und ihrer Stellung auf den geologischen Karten mit derselben Farbe wie die »Bergenschiefer« bezeichnet wurden. Die Granulite, auf welche ich hier hinziele, bestehen aus einem feinkörnigen Gemisch von Feldspath und Quarz und zeichnen sich oft dadurch aus, daß sie mit auffälliger weißer Farbe verwittern. Ich habe sie häufig als feldspathführende Quarzite bezeichnet, manchmal scheint aber doch der Quarz hinter dem Feldspath zurückzutreten. Am Lifjord, unmittelbar nördlich von der Mündung des Sognefjord, kommen große linsenförmige Partien eines weißen Gesteins vor, welches neben überwiegendem Feldspath auch Quarz und manchmal Granat führt. Bei Sognaeskol,

---

*) Cfr. v. Hochstetter, »Geognostische Studien aus dem Böhmerwalde. I. Granulit und Serpentin im südlichen Böhmen.« Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanstalt. 5. Jahrgang. 1854. p. 15. Gümbel, »Geogn. Beschreibung d. ostbayerischen Grenzgebirges.« Gotha 1868. p. 335.

**) Törnebohm hat in Schweden die Bezeichnung Granulit für das eingeführt, was man dort Evrit zu nennen pflegte (oder Leptit, Hummel, oder Hälleflintgneiß, Santesson); da aber Evrit für den nichtschwedischen Geologen ein etwas schwankender Begriff ist, so ist es schwierig, zu wissen, wie weit er sich erstreckt; wahrscheinlich aber fällt Törnebohm's Granulit doch ziemlich mit dem unsrigen zusammen.

Digitized by Google

wo ich dasselbe besonders untersucht habe, ist es unregelmäßig körnig. Das Gestein, welches ich früher vorläufig als »Sognaeskol's weißes Gestein, vielleicht Labradorfels« bezeichnete, läßt sich jetzt nach dem oben gesagten an die Granulite anreihen. Unter dem Mikroskop sieht man in ihm hauptsächlich Feldspath, zum Theil mit Zwillingsstreifung; die Größe der Individuen ist ziemlich verschieden. Accessorisch tritt Quarz und ein wenig Epidot hinzu. Granulite sind wohl auch mehrere der schiefrigen, weißlichen Gesteine, welche den Labradorfels auf der Halbinsel Bergen begleiten, die ich jedoch nicht näher untersuchte. Falls jener Feldspath in der That Labrador ist und sobald der Quarz als Bestandtheil zurücktritt, werden sich Übergänge in unsern echten Labradorfels finden, der, wie früher bemerkt, oft Granat führt.

Wo ich Gelegenheit hatte, den Granulit zu beobachten, ist er ein geschichtetes Gestein. Nicht allein ist er an und für sich schiefrig, sondern er kommt auch zugleich in Schichten von verschiedenen Varietäten vor, die einander wechsellagern. Ebenso ist er auch regelmäßig zwischen anderen Schichten eingelagert. Hiervon giebt es jedoch Ausnahmen; früher haben wir (Fig. 39) eine Grünsteinbreccie besprochen, deren Kitt Granit und manchmal auch Granulit ist; und das oben erwähnte weiße Gestein von Sognaeskol ist dadurch interessant, daß von ihm Adern in den benachbarten Thonglimmerschiefer ausgehen. Diese Phänomene müssen nach meiner Ansicht so erklärt werden, daß der schon fertige Granulit, oder vielleicht besser die Granulitsubstanz, in einen plastischen Zustand versetzt und in diesem in das Seitengestein eingepreßt wurde; wir werden darauf sogleich zurückkommen. Von unserm Granulit bin ich übrigens durchaus geneigt zu glauben, daß er ein metamorphisches Gestein ist, da er in der Regel in anderen metamorphischen Gesteinen eingelagert oder nahe mit denselben verbunden vorkommt.

Formveränderungen, hervorgebracht durch die bei der Schichtenfaltung wirkenden Druckkräfte.

Was die erste Ursache zur Faltung von Schichtenreihen wie die unseren anlangt, so schließe ich mich der Annahme an, dass man sie in dem Zusammenziehen unserer Erdrinde um einen Kern suchen muß, der bei der Abkühlung unseres Planeten zusammenschrumpft. Diesen Punkt näher zu diskutiren, gehört jedoch nicht hierher; allein so viel läßt sich sagen, daß die Beobachtung in unserer Gegend auf so starke, über so große Gebiete und so große Massen wirkende Kräfte hinweist, daß man nur eine allgemeine Ursache für wahrscheinlich halten und sich nicht mit lokalen, wie aufsteigenden Eruptiven und ähnlichen, begnügen kann.

Übrigens sind die Schichten nicht bloß einer einfachen Faltung unterworfen gewesen; die durch die letztere aufgerichteten Gebirgsglieder

Digitized by Google

wurden durch die fortwirkenden Druckkräfte noch weiter gepreßt, und diese Kräfte spürt man sogar in den ganz kleinen Theilen des Gebirges, ja bis jetzt in diesen vielleicht am besten; je größere Dimensionen unsere Beobachtungsobjekte annehmen, desto schwieriger werden sie zu erkennen sein.

Zunächst hat man die Fossilien. Als Beispiel haben wir schon früher die Becherkorallen erwähnt, die im Schiefer liegen. Hält man die verschiedenen Exemplare zusammen, so kann man sich ein gutes Bild von ihrem ursprünglich kegelförmigen Aussehen machen. Wie wurden sie nun verdrückt? Die Kegel sind zu ganz flachen Kuchen geworden, verschieden in ihrem Aussehen je nach der Richtung, in welcher die Korallen zusammengedrückt wurden.*)

Ein anderes Beispiel bieten die in krystallinischem Kalkstein, grauem Marmor, eingeschlossenen Korallen und Gastropoden. Alle diese Veränderungen sind bruchlos. Die Becherkorallen wurden nicht in derselben Weise zu flachen Stücken, wie eine Muschelschale am Strande, die unter dem Fuße zerknackt. Hier hat gewöhnlich kein Zermalmen stattgefunden; jede Wandung in den Korallen hat ihre richtige Stellung zu den übrigen, nur ist die ganze Form eine andere geworden. Dieselben Beobachtungen lassen sich an den übrigen Fossilien machen.

Wenden wir uns nun zu unseren Konglomeraten, so beobachten wir ebenso durchgreifende Formveränderungen der Gerölle, wie bei den Fossilien. Am besten sieht man sie an den beschriebenen polygenen Konglomeraten, von denen wir früher gezeigt haben, daß wahrscheinlich bedeutende metamorphische Prozesse, Ausscheidung von Glimmer etc., in ihnen vor sich gegangen sind. Die Gerölle wurden sämmtlich flach gedrückt. Man kann hier nicht einwenden, sie wären ursprünglich schon so flach, wie wir sie jetzt finden, gewesen. Sie sind nämlich theilweise außerordentlich dünn, dünner als Gerölle von solchen Gesteinen, wie sie hier die Konglomerate zusammensetzen, überhaupt werden können. Eine Eigenheit ist übrigens auch die, daß sie sehr häufig zugeschärfte Ränder bekommen haben, was sich im Querschnitt dadurch zu erkennen giebt, daß sie Konturen ungefähr wie die lanzettförmiger Blätter zeigen, einige etwas breiter, andere schmäler. Ich möchte überhaupt fragen, ob nicht die Linsenform die gewöhnliche sein sollte, die ein in einen andern eingeschlossener

*) Flachgedrückte Fossilien in Schiefern wurden von Mehreren studirt, vornehmlich wohl von Daniel Sharpe: »On slaty cleavage«. »Quarterly Journal of the geological society of London.« Vol. II. Part I. Proceedings p. 74. Er berichtet, wie der eine Rand einer gewölbten Brachiopodenschale unter die andere in ähnlicher Weise untergebogen werden kann, wie wir das als bei unsern Trilobiten-Schwanzschildern vorkommend erwähnt haben.

Digitized by Google

plastischer Körper empfängt, wenn die Masse unter Druck in fließende Bewegung kommt.*)

Daß diese hochgradig gequetschten Konglomerate Formveränderungen unterworfen waren, läßt sich auch aus anderen Umständen erkennen; sie wurden nämlich gefaltet in der in Figur 11 abgebildeten Weise, welche die Möglichkeit ausschließt, daß die Gerölle aus schon im voraus gefalteten Gesteinen gebildet sein sollten.

Diese Faltung der Gerölle in den Konglomeraten war mir übrigens nicht ganz neu. Schon vor 8 Jahren habe ich Abbildungen und Aufzeichnungen in Betreff solcher Faltungen von Rustens bekanntem Konglomerat im Gudbrandsdal gemacht. Ungefähr 5 km unterhalb Braendhaugen fließt der Laugen in einer Thalenge mit von Nadelwald bewachsenen Hängen. Der Weg ist hier im Gestein ausgesprengt. Das erwähnte Konglomerat hatte eine schiefrige Grundmasse, worin kleine, nicht scharf umgrenzte Gesteinsbruchstücke lagen. Außerdem enthielt sie größere, gewöhnlich scharf umgrenzte und abgerundete Steine von glimmerarmem Gneiß und Granit (theilweise mit einem grünen Mineral an Stelle des Glimmers). Diese Steine waren oft flachgedrückt und gleichzeitig, wie die lanzettförmigen Durchschnitte bewiesen, gegen den Rand zugeschärft. Hie und da konnte man sehen, daß diese Gerölle an den kleinen Faltungen des Gesteins theilnahmen, mit demselben zusammen gefaltet waren.

Noch eine Formveränderung muß hier erwähnt werden. Die Gerölle der polygenen Konglomerate sind manchmal gleichzeitig noch nach einer bestimmten Richtung ausgequetscht. Die Gerölle im Quarzitkonglomerat bei Ulven (S. 50), sowie an andern Stellen sind auffällig cylindrisch geworden und alle zusammen parallel angeordnet.

Der erste Gedanke, welcher dem Beobachter diesem Phänomen gegenüber einfällt, ist vielleicht der, daß längliche Gerölle ursprünglich gegenseitig parallel angeordnet waren. Als Beispiel einer solchen Art der Ablagerung hat Professor Kjerulf mir freundlichst einige Beobachtungen vom Bette des Gula-Flusses bei Stören und anderen Stellen in der Nähe mitgetheilt. Die Gerölle lagen da, wo der Fluß schnell floß, wie die Steine in einer gepflasterten Straße, aber dabei alle mit ihren Längsachsen parallel und dabei gleichzeitig schräg gestellt in nebenstehender Weise.

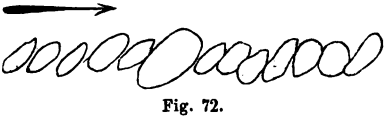


Fig. 72.

Bei den hier besprochenen Konglomeraten, bei welchen man andere

*) Vor einiger Zeit beobachtete ich die Schaumflocken, die längs dem Rande eines Flusses vorwärts trieben; alle waren schön lanzettförmig, wo der Fluß regelmäßig, still und ruhig floß; wo die Strömung stark wirbelnd war, hatten sie natürlich eine mehr rundliche Umgrenzung.

Digitized by Google

auffällige Zeugnisse von der Formveränderung der Gerölle unter der Einwirkung von Druckkräften hat, liegt es jedoch am nächsten, auch für diesen Fall solche anzunehmen. Eine Schrägstellung der Steine gegen die Schichtung, so wie in dem eben genannten Flußbett, wurde nicht bemerkt.*)

*) Dasselbe, was uns die besprochenen Konglomerate in großem Maßstabe zeigen, kann man unter dem Mikroskop an dem Wetzschiefer von Eidsborg studiren. Diese werden an einem Abhange östlich von den Bauerhöfen Groven, Lofthus und Quaslungen, in der Filialgemeinde Eidsborg, nördlich von dem westlichen Ende des Bandak-Sees in Telemarken gewonnen. Das Gestein ist graulicher Quarzschiefer, welcher von NNO gegen SSW streicht und lothrecht steht; er ist oft mit Quarzadern erfüllt und wird von ziemlich horizontalen Klüften durchsetzt, die bis zu mehreren Metern von einander entfernt sind und die Gewinnung sehr erleichtern. Das Gestein ist dickschiefrig in zwei vertikal stehenden und gegeneinander lothrechten Richtungen. Aus diesem Grunde ist es leicht, vierkantige Stäbe heraus zu spalten, welche einige wenige Centimeter im Querschnitt und eine Länge von über 1 m haben (Carpelan spricht sogar von Stangen von 3—4 Ellen. »Et Besög i Fjeldstuen« d. h. »Ein Besuch in der Gebirgsstube«. Mag. f. Naturvid. 1824. p. 22). Versucht man einen solchen Stab zu spalten, so sieht man, daß der Stein etwas biegsam ist; der entstandene Riß kann am einen Ende sich schon ca. 1 cm öffnen, ehe der Stein am andern Ende durchreißt. Diese Biegsamkeit soll besonders vorhanden sein, wenn der Stein frisch gebrochen ist und noch die ursprüngliche Feuchtigkeit enthält. Die Stäbe werden in kleinere Stücke zerbrochen, die im Handel vorkommenden Wetzsteine. Ein solcher Wetzstein hat einen uneben körnigen Querbruch und vier Langseiten, die einen splittrigen Bruch zeigen und von feinen, bandförmigen Muskovithäutchen glänzen. Die beiden einander gegenüberliegenden Seiten, welche zu der vollkommensten Schiefrigkeit und zur Schichtung des Gesteins parallel sind, heißen »Grobseiten«, die beiden anderen »Feinseiten«. (Eine gebrauchte Sense wird erst auf einer groben und dann auf einer feinen Seite geschärft.)

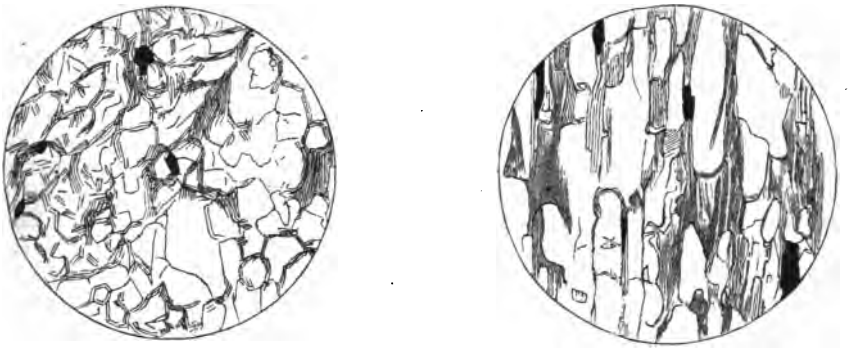
Betrachtet man ein mikroskopisches Präparat (Fig. 7*) einer Platte, welche lothrecht gegen die Schieferungsrichtungen geschnitten ist, so erkennt man unregelmäßige, im ganzen aber rundliche Durchschnitte von Quarzkörnern (jedes manchmal aus mehreren Individuen zusammengesetzt); diese sind durch Muskovit getrennt, dessen Spaltlinien quer durchschnitten werden. Die Schieferungsrichtungen des Quarzschiefers sind im Präparat sehr wenig angedeutet, doch scheint der Glimmer sich theilweise zu stark gewellten, größeren Häuten zu sammeln, welche der vollkommensten Schieferung einigermaßen parallel laufen.

Ein Längenschnitt zeigt ein ganz anderes Aussehen; die Quarzkörner sind hier mehr oder minder länglich; zwischen ihnen zeigen sich die Glimmerhäutchen als parallele, aber ziemlich unregelmäßige Streifen. Ein wesentlicher Unterschied zwischen einem Schnitt parallel zur »Grobseite« (der vollkommenen Schieferungsrichtung) und zur »Feinseite« wurde nicht beobachtet, es wäre denn der, daß der erstgenannte mehr Quarzkörner mit rundlicher Umgrenzung zeigte, als der letztgenannte. Es spricht dies dafür, daß der Druck, wie auch erwartet werden konnte, lothrecht zu der vollkommneren Spaltbarkeit etwas stärker gewesen ist, als lothrecht zu der weniger guten. Außer den genannten Bestandtheilen enthält das Gestein ziemlich reichlich Kalkspath, etwas dunkles Eisenerz und Biotit, alle drei Minerale in langgestreckten Körnern, parallel mit den Quarzkörnern, außerdem endlich ein paar andere, nicht bestimmte, accessorische Bestandtheile. Eine besondere, sehr geschätzte

Digitized by Google

Neben den Formveränderungen der Konglomerate müssen wir auch diejenigen der Breccien studiren. Wir kommen hier zurück zu dem, S. 75 beschriebenen und abgebildeten, in Linsen zertheilten grünen Gneiß mit den gekrümmten Bruchstücken. Man kann sich denken, daß das Gestein von dieser Stelle unter der beginnenden Faltung zuerst durch Streckung in kleine Stücke zerrissen und dann später zusammengepreßt wurde. Hierdurch wurden die einzelnen Theile der Masse gegen einander verschoben; die Stücke wurden gegen einander gerieben (die Bildung der Chloritflächen hängt wohl hiermit zusammen), erhielten ihre Form und wurden theilweise gefaltet. Vielleicht ist es aber ebenso wahrscheinlich, daß die Breccienbildung der Pressung des Gesteins an dieser Stelle nicht vorausgegangen ist, sondern daß sie durch diese selbst hervorgebracht wurde, daß das Gestein also entzwei gedrückt, und nicht zuerst entzwei gerissen und dann später dem Druck unterworfen wurde.*)

Varietät der Wetzsteine sind die »Blötsteine«, d. h. »weiche Steine«, in denen Quarzkörner etwas kleiner als in den gewöhnlichen »Harsteinen« enthalten sind und die außerdem viel reichlicheren Muskovit führen.



Querschnitt. 40 : 1. Längenschnitt (»Feinseite«). 40 : 1.

Fig. 73. Wetzschiefer von Eidsborg.

Bei dem hier beschriebenen Gestein sieht man also als Resultat von zwei lothrecht gegen einander wirkenden Druckkräften zwei Schieferungsrichtungen und eine lineare Ausdehnung der Bestandtheile.

*) Ich will hier zum Vergleiche ein paar Breccienbildungen von anderen Gegenden besprechen. Solche sind von vielen Grubendistrikten bekannt; aber der in Kristiania seßhafte Geolog braucht doch nicht weit zu gehen, um sie zu studiren. Früher, Seite 73, haben wir den Gneiß von Egeberget gelegentlich eines Gesteins genannt, das vielleicht als aus Gneißdetritus gebildet angenommen werden könnte. Egeberget, südlich von Kristiania, bildet ein ungefähr 190 m hohes Plateau, welches ziemlich schroff abfällt, westlich gegen den Bundefjord und nördlich gegen das Kristianiathal; es ist aus steilen, gegen NNW streichenden Grundgebirgsschichten aufgebaut. Geht man den Liabro-Weg, der südlich am Strande des Bundefjord hinführt, so hat man zur linken Hand Egeberget's Grundgebirge, zur rechten den Fjord mit

Digitized by Google

Wir haben mehrere male Breccien von Grünschiefer besprochen, bei denen das Bindemittel Granit ist. Speziell zu bemerken in dieser Hinsicht

---

den nahe der Küste liegenden niedrigen Inseln, die aus im ganzen WSW streichenden steilen Silurschichten, Etagen 3—8, aufgebaut sind. An einer Stelle, bei einer kleinen, nahe bei Baekkelaget hervorspringenden Halbinsel (Fig. 74), steht das Silur unmittelbar bis an den Fuß des Egeberget. Die Streichrichtungen des Grundgebirgs und des diskordant darüber abgelagerten Silurs stehen, wie wir gesehen haben, lothrecht gegen einander. Das Aussehen des Grundgebirgs längs der Grenze ist ziemlich auffällig; es ist ein quarzreicher, ziemlich massiver Gneiß, zu einem großen Theil Chloritgneiß, der Pegmatitadern enthält und reichlich mit chloritbelegten Rissen durchsetzt ist. Theilweise hat der Gneiß ein breccienartiges Ansehen, indem er in große, manchmal jedoch auch ganz kleine Stücke zertheilt ist, die etwas gegen einander verschoben sind, ohne deshalb durch ein hervortretendes Bindemittel verkittet zu sein; theilweise wird das Gestein von zahlreichen kleinen Hornstein- und Quarzadern durchschwärmt. Diese letzteren bilden zeitweilig ein so entwickeltes Netz, daß das Gestein eine durch Quarz verkittete Gneißbreccie wird; gerade gegenüber Sjursö kommt eine größere Quarzmasse vor. Bei Baekkelaget ist die Breccie besonders deutlich entwickelt; ihre Ausbreitung ist in der Kartenskizze, Fig. 74, zu erkennen, die mir von Professor Kjerulf freundlichst überlassen wurde. Die Breccie ist theils Gneiß, zusammengekittet durch ziemlich reinen Quarz mit Hohlräumen, in denen Bergkrystalle entwickelt sind, theils sieht man auch größere Bruchstücke verbunden durch zusammengekitteten Gneißdetritus; endlich tritt als Bindemittel eine helle, graulich violette, feinkörnige Masse auf, wohl ein Porphyr; in derselben wurde etwas Zinkblende bemerkt.

Die eigenthümliche Grenzzone des Grundgebirgs, die auch am Nordabhange des Egeberget fortzusetzen scheint, und welche eine nähere Besprechung als nur diese kurzen Bemerkungen verdiente, bin ich geneigt, als »eine mechanische Kontaktzone« anzusehen, das heißt eine Zone, wo die Veränderungen des Gesteins nicht durch die Nähe von Eruptiven veranlaßt sind, sondern dadurch, daß eine Masse gegen eine andere verschoben, hier also das Grundgebirge gegenüber den Siluretagen emporgehoben wurde. Wie man aus Professor Brögger's Arbeit: »Die silurischen Etagen 2 und 3« sieht, ist er schon vor längerer Zeit zu dem Resultate gekommen, daß hier eine Verschiebung zwischen dem Grundgebirge und den fossilführenden Schichten stattgefunden hat. Seine Schlußfolgerung findet sich auf Seite 220. Daß eine solche Verwerfungslinie ein natürlicher Weg für später emporsteigende Eruptive sein konnte, ist klar; der erwähnte Porphyr ist wahrscheinlich ein solches; durch spätere Bewegungen ist er zum Theil wieder in kleinere Partien aufgebrochen, aus denen sich dann eine Porphyrbreccie jüngeren Datums gebildet hat.

Die Zusammenkittung des aufgeborstenen Gebirges durch Quarz, die Imprägnirung der Gesteine längs des Randes des Egeberget mit Schwefelkies, vielleicht auch der erwähnte Umstand, daß Chlorit den Glimmer ersetzt, alles dies ist nicht unerwartet; die Minerallösungen, Gase und Dämpfe konnten wohl gerade an einer Stelle wie hier Zirkulationskanäle finden.

Das Verhalten des Silur an der Gneißgrenze bei Baekkelaget war seinerzeit der Gegenstand einer Diskussion zwischen Murchison und Forchhammer auf der einen Seite und Keilhau auf der anderen; später ist es von Kjerulf besprochen worden. In neuester Zeit hat H. O. Lang die an der Eisenbahnlinie liegenden kleinen Alaunschieferpartien und deren Umgebung studirt. Während die Form der Bruchstücke in der Breccie von Trengereid in so besonders hohem Grade vom Drucke

Digitized by Google

ist wohl das Seite 58 dargestellte Vorkommen. Daß das Nebengestein eines Granits oder Bruchstücke, welche in ihm eingeschlossen sind, von kleinen

---

beeinflußt worden ist, repräsentirt die Breccie von Kristiania das andere Extrem, sehr geringe Einwirkung. Eine Zwischenstellung nimmt ein anderes Vorkommen

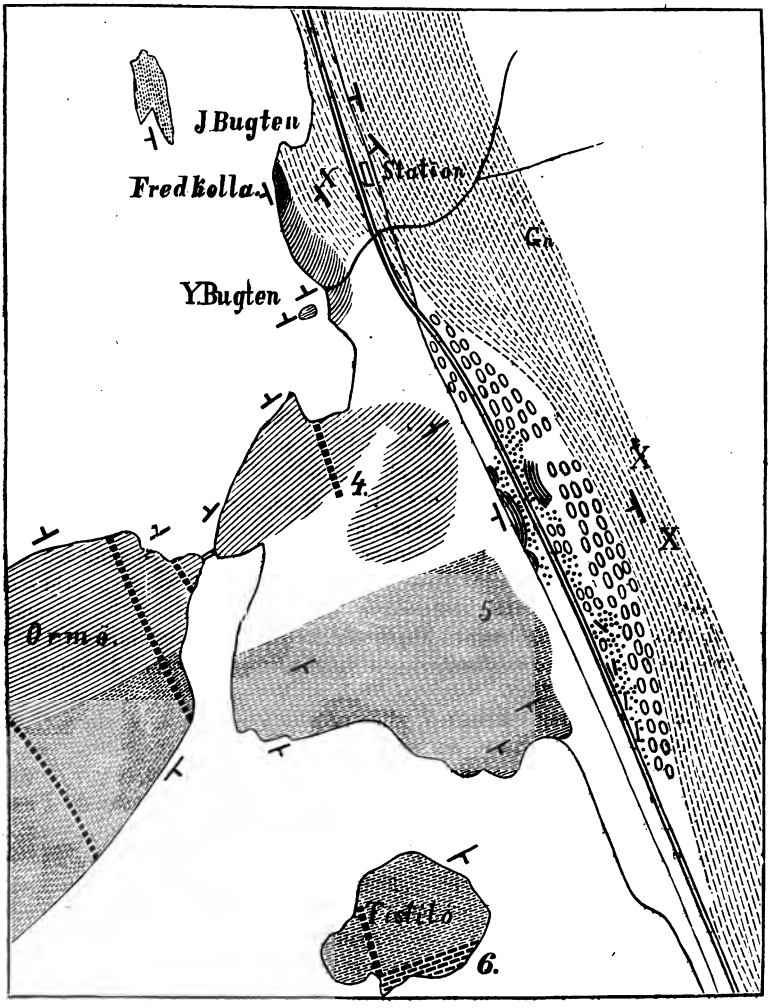


Fig. 74. Skizze des Terrains bei der Eisenbahnstation Baekkelaget südlich von Kristiania.

Von Professor Dr. Kjerulf (die Angaben längs der Bahnlinie sind vom Verfasser eingesetzt).

Zur Linken die Silur-Etagen 4, 5 und 6, von Diabasgängen (grobpunktirt) durchsetzt; rechts der Gneiß (*Gn*) des Abhanges von Egeberget, bei X von zahlreichen Quarzadern durchsetzt. Entlang der Eisenbahnlinie sind bezeichnet: Gneißbreccie mit kleinen elliptischen Ringeln; Porphyr punktirt; in West einfallende Alaunschiefer mit Strichen. Dieser letztere scheint gleichsam an den Bergabhang angeklebt zu sein und gehört der Etage 2 an; in einem Kalkballen aus diesen Schiefern hat Brögger Parabolina spinulosa Wahlenb. gefunden. Auch nach der See zu, bei Fredkolla, kommt, unmittelbar an das Grundgebirge anstoßend, etwas Alaunschiefer vor.

Digitized by Google

Granitadern durchschwärmt werden, wird verhältnismäßig wenig auffallen; in dem angrenzenden Granit hat man ja eine naheliegende Quelle für die Granitsubstanz in den Adern. Anders ist das in dem hier behandelten Falle. Hier ist kein Granit in der Nähe, und hier sind es oft ganz einzelne Schichten, welche mit Granitadern durchzogen sind, während die benachbarten nur ganz wenige oder gar keine aufzuweisen haben. Wie früher angeführt, ist es nicht allein Granit, welcher in der beschriebenen Weise auftritt, sondern auch eine granulitische Masse, kenntlich durch ihre Hornblendenadeln. Ich kann mir hier nicht gut eine andere Erklärung denken, als daß die Gneiß- und Granulitsubstanz in Form von Adern von der benachbarten Schicht aus eingepreßt wurden, während das Gestein an der fraglichen Stelle durch hohen Druck und hohe Temperatur in plastischem Zustande war.*) In Verbindung damit müssen wir auch an die in den

---

ein, welches ich bei der Ottendorfer Mühle bei Böhrigen in Sachsen zu sehen Gelegenheit hatte. In den Wänden des dortigen großen Steinbruchs stehen ziemlich aufgerichtete Grünschieferschichten an. Einzelne derselben sind aufgesprungen, andere sind in kantige, gegenseitig nur wenig verschobene Stücke aufgelöst; andere wieder sind dagegen zu einer förmlichen Breccie geworden, deren Steine zugerundet sind. Die Art und Weise ist nicht ganz leicht zu beschreiben; die Fragmente sind nicht wie das Gerölle an allen Kanten abgerundet, sondern nur theilweise, an einzelnen Seiten, abgenutzt worden. Dies ist durch gegenseitige Reibung unter Druck geschehen, weshalb man auch oft glänzende Flächen an den Steinen sieht. Denkt man sich eine solche Breccie von gewaltigen Kräften gedrückt, so muß ein Gestein, wie unser Gneiß von Trengereid, entstehen können. Die erwähnten Grünschieferbreccien sind von Rothpletz beschrieben (»Über mechanische Gesteinsumwandlungen bei Hainichen in Sachsen«. Abschnitt II.: »Die Brecciebildung des Aktinolithschiefers oder sogen. Grünschiefers von Hainichen«, Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. XXXI. Bd. 1879. p. 174).

Folgende Beobachtung verdient an dieser Stelle vielleicht auch einen Platz: Ein in Linsen aufgelöstes Gestein ist der Serpentin bei St. Florent, westlich von Bastia auf Corsica. Dasjenige, welches ich zusammen mit Professor Brögger Gelegenheit hatte zu beobachten, kommt in dislozirtem Terrain vor (nach Hollande Carbon). Es ist aus 10—20 cm großen Linsen zusammengesetzt, die mit einem hellen, grünlichen, asbestähnlichen Mineral bekleidet sind, welches jede Linse von der andern trennt. Diese Linsenstruktur bewirkt, daß der Serpentin, im Großen betrachtet, eine Art schiefrigen Aussehens erhält. In dieser Serpentinvarietät treten manchmal größere, unregelmäßig abgerundete Partien von Serpentin ohne Asbest auf. Rund um dieselben scheint sich die durch die Linsenstruktur hervorgebrachte Schieferung herum zu winden. (Reusch, Notes sur la Géologie de la Corse. Bull. d. l. Soc. géol. de France. 3. série. t. XI. p. 57. Die Dimensionen der kleinen Linsen sind hier nicht richtig angegeben.)

*) Beim Sognaeskol, nördlich vom Eingange in den Sognefjord (»Konglomerat-Sandsteinfelterne«, p. 98) kommen, wie schon oben erwähnt, im Schiefer eingelagert große linsenförmige Lagen eines Granulits vor. Nahe dem Gipfel des Sognaeskol liegt dieses Gestein über Thonglimmerschiefer, in welchen am Kontakte eine Menge kleiner Adern hineindrängt. Meiner Meinung nach ist dies dasselbe Phänomen wie

Digitized by Google

Gneißschichten enthaltenen Bruchstücke erinnern. (Siehe Figur 37.) In gewisser Beziehung ist das ein Gegenstück. Daß der Gneiß von vornherein Bruchstücke fremder Gesteine enthalten haben könnte, ist nicht ganz unwahrscheinlich, aber ich kann mir besser denken, daß dieselben später, als das Gestein plastisch und in Bewegung war, in den Gneiß gekommen sind. Daß die Bruchstücke unter diesen letztangeführten Umständen aufgeschlitzt werden können, wie in Fig. 42 und 43 abgebildet, ist auch wohl denkbar.

Wir wollen nun kurz auch das Aussehen der Formationsglieder unsrer Gegend etwas mehr im Allgemeinen besprechen. Die Formveränderungs-Erscheinungen der Schichten sind natürlich nicht so leicht zu konstatiren, wie die der Fossilien, bei denen man sich das ursprüngliche Aussehen mit ziemlicher Genauigkeit vorstellen kann; hier ist deshalb ein etwas größerer Spielraum für eine persönliche Auffassung vorhanden.

Seite 16 und 17 wurden einige Gneißschichten im Talkglimmerschiefer

---

bei Osören, nur daß wir hier nicht mit der gleichen Sicherheit die Adern auf eine bestimmte Schicht zurückführen können, in welcher sie ihren Ursprung haben.

Bekanntlich kann man auch merkwürdige Unregelmäßigkeiten in ganz neuen Schichtenbildungen sehen, welche unter starkem Druck in Bewegung gebracht wurden, nämlich unter dem Druck eines darüber hinweg gleitenden Gletschers; sie können stark gewellte Grenzflächen bekommen, ja eine Schicht kann lange, dünne, fingerförmige Verzweigungen in die andere erstrecken; in einzelnen Fällen kann auch die eine Schicht Bruchstücke der anderen umschließen. Ausgezeichnet schön sieht man, wie schon Fuchs beschrieben hat, diese Phänomene in den Tegelgruben am Wiener- und Laar-Berg südlich von Wien, außerdem noch an anderen Stellen derselben Gegend. Geschichteter Schotter (Diluvium und »Belvedere-Schotter«) ist hier in unregelmäßigen Ausbuchtungen und Verzweigungen in die unterliegenden tertiären Thon- und Sandschichten eingepreßt. In diesen Ausbuchtungen werden natürlich die Schichten des Schotters in verschiedener Weise gefaltet; es wäre jedoch nicht auffällig, wenn man in einzelnen Fällen eine direkt durch den Druck bewirkte Verschiebung der einzelnen Gerölle auffände, in Folge deren sie in eine von der Schichtung unabhängige Stellung gebracht wären (entsprechend der Transversal-Schieferung). Einzelne von mir gemachte Beobachtungen scheinen auf eine solche hinzudeuten, ohne daß ich mich jedoch mit Sicherheit darüber aussprechen könnte. Daß die Unregelmäßigkeiten in der Schichtung speziell in diesem Falle von Gletschern herrühren, halte ich für das Wahrscheinlichste. Ein Kennzeichen des früheren Vorhandenseins von Gletschern hat man wohl auch in den nadelholzbewachsenen Diluvialablagerungen, die außen vor einigen kleinen Thälern liegen (St. Helena und Rauchstallbrunngraben), und zwar quer gegen die Längsrichtung derselben, bei Baden, südlich von Wien. Diese Ablagerungen, welche ich unter der freundlichen Führung des Herrn Karrer in einer Ziegelei nahe den genannten Stätten entblößt gesehen habe, sehen wie eine Grundmoräne aus. Steine verschiedener, zum Theil bedeutender Größe liegen regellos über einander, inzwischen sieht man aber doch eine oder die andere horizontale Sand- oder deutlich geschichtete Grusschicht, was jedoch den Charakter der ganzen Ablagerung nicht verändert.

Digitized by Google

südwestlich von Osören beschrieben. Es scheint nun, als ob der Gneiß einen andern Plastizitätsgrad wie das umgebende Gestein gehabt und daß der Druck ziemlich ungleich in der Masse gewirkt habe; die einzelnen Theile derselben Schicht sind theils gegen einander verschoben, theils aus einander gerückt. Zu konstatiren ist auch die mehr oder minder ausgeprägte Linsenform, welche die auseinander gerissenen Bruchstücke der Schichten angenommen haben. Die kleinen, ziemlich geradlinigen Verwerfungen, welche die Schichten quer durchschneiden, stammen wohl aus einer späteren Zeit als die übrigen Verschiebungen.

Eine andere Form gepreßter Schichten zeigt Figur 39. Dieselben Gesteine, welche an anderen benachbarten Stellen in ganz regelmäßig entwickelten Schichten vorkommen, sind hier entzwei gerissen und wieder in einander gepreßt. Das Verhalten ist mit Worten nicht leicht zu beschreiben, aber die Zeichnung giebt eine Vorstellung davon.

Betrachten wir jetzt unsre Karte, so finden wir da, nach meiner Auffassung wenigstens, dasselbe Verhalten in größerem Maßstabe; ein fortgesetztes Arbeiten, und zwar im Detail, würde jedoch zu einer genaueren Erörterung nothwendig werden, wenn man entscheiden sollte, was an jeder Stelle zusammengepreßt oder ganz verschwunden ist, was seitwärts oder auf oder nieder verschoben worden ist. Am auffälligsten ist vielleicht der gelb angelegte Sandstein mit Quarzitkonglomerat, der an der Westseite des Ulven-Sees so mächtig ist und sich gegen West ganz auskeilt. Der begleitende Thonglimmerschiefer ist am Tyssedals-See sehr mächtig, südwestlich von Hagevik jedoch sehr wenig entwickelt.

Die Gneißpartien kommen in unsern grün bezeichneten Gesteinen, wie wir gesehen, zum großen Theil in Schichten vor, die sich in der Streichrichtung nicht besonders weit erstrecken. Ich halte für möglich, daß man es hier mit größeren zertheilten Lagen zu thun habe, ähnlich wie die oben vom Talkschiefer beschriebenen kleineren Gneißlagen. Ähnliche Betrachtungen könnte man auch mit den Kalkschichten etc. anstellen; aber im Ganzen ist es noch schwierig, mit Sicherheit zu bestimmen, welche Unregelmäßigkeiten auf eine ursprünglich ungleichmäßige Ablagerung zurückzuführen sind und welche auf spätere Prozesse.

Die Parallelstruktur des Gneißes wird näher im folgenden Abschnitt behandelt; dieselbe, wie die Struktur des Thonglimmerschiefers und der übrigen schiefrigen Gesteine ist in wesentlichem Grade von demselben Druck bedingt, der die übrigen bisher betrachteten Phänomene hervorgerufen hat.

Digitized by Google

Über Gneifs und Gneifs-Granit.

In mehreren Fällen zeigt sich bei unseren Gneißen die Stellung der Glimmerblättchen als unabhängig von der Schichtung. Die im Gneiß auftretenden grobkörnigen granitischen Gänge tragen auch theilweise in ihrer Struktur den unverkennbaren Stempel derselben Druckkräfte, welche die Struktur des umgebenden Gesteins bedingt haben. In dieser Hinsicht klären vornehmlich die herrlichen Sprengungen am Sörfjord längs der neuangelegten Bahn auf.

Gneiß mit Transversal-Schieferung. In den genannten Sprengungen trifft man hier und da kleine Falten, in denen man mitunter deutlich erkennt, daß die Glimmerlamellen quer zur Schichtung stehen, während zu gleicher Zeit diese Stellung mit der Schichtung des in der Umgebung herrschenden Gesteins vollkommen übereinstimmt. Die Figur 75 (natürliche Größe) rührt von einer Stelle zwischen Indre Sognstad und Romslo her.

Dieselbe Schieferung wurde, wie früher erwähnt und auch in Figur 54 dargestellt ist, auch bei dem »grünen Gneiß« von Trengereid beobachtet. Bei dem gneißähnlichen Sparagmit von Kuven beobachtete ich ebenfalls, daß die Glimmerblättchen theilweise die Schichtung unter einem spitzen Winkel schneiden.*)

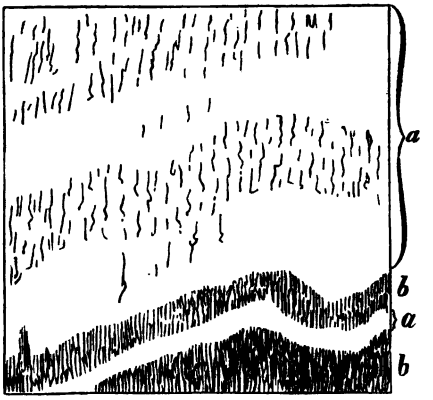


Fig. 75. Rother Gneiß mit Transversal-Schieferung. Querschnitt. Natürliche Größe.
a ist arm, *b* ist reich an dunklem Glimmer. Die Stellung der Glimmerblättchen ist lothrecht zum Papier und fast lothrecht zur an dieser Stelle im Ganzen horizontalen Schichtung.

Granitische Adern mit Parallelstruktur. Ein anderes Beispiel, wie die Glimmerblättchen ihre jetzige Stellung durch Pressung erhalten haben, hat man in mehreren der grobkörnigen granitischen Adern, welche den Gneiß durchschwärmen. Durch die Anordnung des Glimmers erhalten sie eine ausgeprägte Parallelstruktur, deren Richtung derjenigen des umgebenden Gesteins entspricht. Es ist dies ein deutlicher Beweis dagegen, daß diese Adern durch

*) Keilhau erwähnt in seiner »Gäa norvegica« p. 428 einen Gneiß mit Transversalschieferung von Telemarken. Bei dem von Kjerulf beschriebenen und abgebildeten »Quarzfels« von Hitterdal, in »Geologie d. südl. u. mittl. Norwegen« p. 109, hat man wenigstens theilweise eine Parallelstellung der Glimmerblättchen, welche mit der Transversalschieferung übereinstimmt. Hierher gehörende Beobachtungen aus der Schweiz findet man bei Baltzer und Anderen.

Digitized by Google

Sekretion in dem, beim Faltungsprozesse aufgerissenen, schon fertigen Gestein gebildet sein sollten.*) Bei unsern Gängen kommt außerdem noch hinzu, daß diese Adern selbst gefaltet worden sind.

Die Figur 76 stammt vom westlichen Eingange zum zweiten Tunnel östlich von Sognstad. Man findet hier Granitadern verschiedenen Alters, und die ältesten von ihnen erscheinen gefaltet.

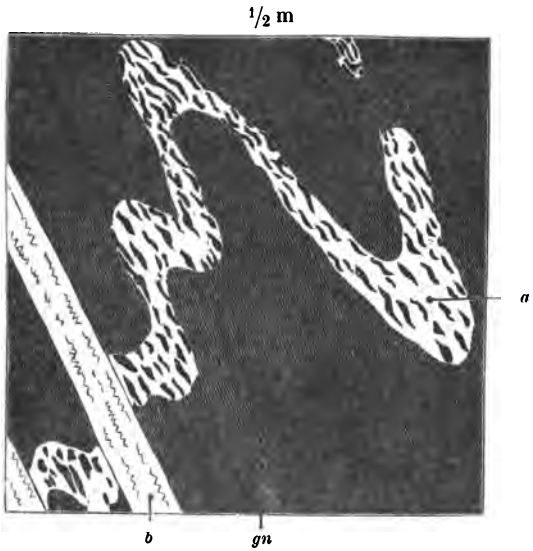


Fig. 76. Granitische Adern im Gneiß. Indre Sognstad. Profilschnitt.

Einen flaserigen, ziemlich grobkörnigen Gneiß (*gn*) durchsetzt ein gefalteter, grobkörniger, granitischer Gang (*a*), dessen Glimmer in Lamellen konzentrirt ist, welche parallel dem Glimmer des umgebenden Gesteins liegen. Jünger ist ein anderer grobkörniger Gang mit Andeutung von zonenförmiger Struktur (*b*).

Die folgende Figur 77 stammt von einer andern Sprengung, westlich von demselben Bauerhofe. Hier hat man grauen, kleinkörnigen, granatführenden Gneiß, reich an schwarzem Glimmer. In diesem Gestein, das deutlich geschichtet auftritt, kommen die abgebildeten Granitadern vor, die mittelkörnig sind und wesentlich aus schwach röthlichem Feldspath bestehen. Der sparsam darin eingestreute schwarze Glimmer steht in

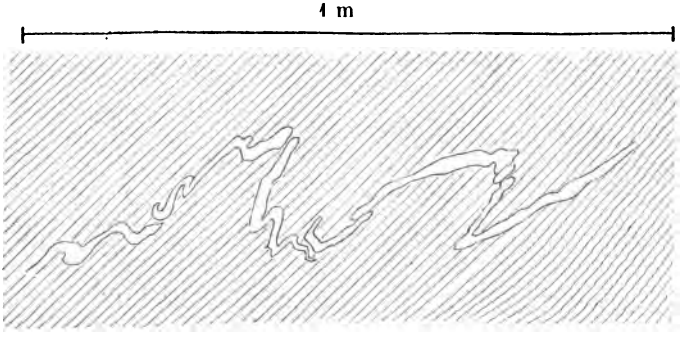


Fig. 77. Gefaltete granitische Adern mit Parallelstruktur. Profilschnitt.

den Adern (auch in den Krümmungen derselben) parallel zur Schichtung des umgebenden Gneißes.

*) Cotta hat seinerzeit einen Gneißgang im Gneiß bei Freiberg beschrieben, »Neues Jahrbuch für Mineralogie« 1844, p. 84. Er beobachtete an demselben eine

Digitized by Google

Zum Vergleich mit diesen granitischen Adern von der Halbinsel Bergen führe ich noch folgende von Sveen am Ende des Dalsfjord, nördlich von Bergen, an.

Fig. 78. Profilschnitt einer grobkörnigen granitischen Ader mit Foliation. Natürliche Größe.

In einem mittelkörnigen Gneiß (oder wegen des massigen Aussehens: Gneiß-Granit) sieht man eine granitische Ader, in der die Bestandtheile des Gneißes in größeren Individuen entwickelt sind. Die Grenze zwischen Ader und Gneiß ist deutlich, wenn auch nicht scharf. Das Schwarze in der Figur ist schwarzer Glimmer; in der Ader ist der Quarz durch senkrechte Schraffirung speziell bezeichnet. Das Übrige in der Ader ist Feldspath. Die Ader zeigt durch Anordnung des Glimmers und Quarzes eine ausgesprochene, in der Richtung mit dem umgebenden Gneiß übereinstimmende Parallelstruktur.

Verschiebungs-(Gleitungs-)Falten. Nachdem durch die gewaltigen Druckkräfte die Schichten aufgerichtet waren, hat der Druck, wie wir sehen, keineswegs aufgehört. Die Granitadern verhalten sich jetzt wie Schichten und wurden gefaltet, während gleichzeitig entsprechende Verschiebungen im umgebenden Gestein stattfanden. Der Druck, welcher jetzt ziemlich lothrecht gegen die Schichtungsebene wirkte, konnte jedoch die Stellung der Schichten nicht wesentlich verändern; daher hat man die sonderbare Erscheinung: ein gefalteter Gang, der die Gneißschichten durchsetzt, in welch letzteren aber keine entsprechenden Faltungen zu sehen sind. Es ist das eine andere Seite der im Vorhergehenden wiederholt

---

Schieferungsrichtung, welche mit der des umgebenden Gesteins beinahe übereinstimmte. Kurz nach der norwegischen Ausgabe vorliegender Schrift ist »Arch. Geikie, Text-Book of Geology. London 1882« erschienen. In diesem findet man Seite 641 und 642 einige den norwegischen ganz entsprechende Verhältnisse beschrieben.

Digitized by Google

behandelten Thatsache, daß die Druckkräfte innere Veränderungen in den Schichten hervorgebracht haben.

Die Verschiebungen haben jedoch nicht immer ohne Faltung der verschobenen Schichten stattgefunden. Gewöhnlich ist die Schichtenstellung hier am Sörfjord eine höchst einfache; unvermuthet aber trifft man mitten zwischen den normalen Lagen einen Theil in hohem Grade zusammengepreßter Falten.*) Ich denke mir dieselben dadurch entstanden, daß die Schichten über einander fortgeschoben wurden. Die Art und Weise ihrer Entstehung kann man sich anschaulich machen, wenn man einige Bogen Papier über einige andere hinwegschiebt, indem man gleichzeitig darauf achtet, mit der einen Hand einige mehr als mit der andern zu fassen, in nebenstehender Weise.

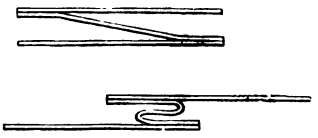


Fig. 70.

Daß das Gestein bei diesen Prozessen plastisch gewesen ist, hat wohl die Entstehung der Falten wesentlich erleichtert. Diese Gleitungsfalten werden bei näherem Studium wohl ziemlich verschiedene Formen darbieten können; klar ist aber, daß man hier ein Phänomen vor sich hat, das von der Faltung ganzer Schichtenkomplexe wesentlich verschieden ist, wenn es auch von denselben Druckkräften hervorgerufen worden ist.

Sehr nahe dem hier behandelten Verhalten steht wahrscheinlich die feine Kräuselung der schon aufgerichteten Schichten des Thonglimmerschiefers und Glimmerschiefers bei Ulven und Os. Auch hier erkennt man, daß innere Bewegungen in der Masse vorgegangen sind. Ob die Kräuselung auch bewirkt worden sein könnte, nachdem die Schichten schon aufgerichtet waren, habe ich jedoch noch nicht näher studirt.

Streckung des Gneißes. Bei unseren Gneißen kommt noch ein anderes, im Vorhergehenden schon wiederholt berührtes Phänomen vor, welches vielleicht auch mit der Auspressung der Schichten in Zusammenhang steht, und zwar dasjenige, welches verschiedene deutsche Geologen als »Streckung des Gneißes« besprochen haben, wobei die Glimmerlamellen, anstatt eine rundliche Umgrenzung zu zeigen, in ausgeprägter Weise langgestreckt und band- oder linealförmig erscheinen. Ein solcher Gneiß zeigt nach verschiedenen Schnittrichtungen ein sehr verschiedenes Aussehen. Auf den Schieferungsflächen sieht man parallele Bänder, eines neben dem

*) Dies kommt wahrscheinlich beim Gneiß wie bei anderen krystallinischen Schiefern ziemlich häufig vor. Vergl. Stapff, »Neues Jahrbuch f. Min., Geol. u. Pal.« 1882. p. 75. Siehe auch unsere Fig. 89. In unserem geschichteten Olivinfels von Almeklovdalen in Sindmör habe ich auch Gleitungsfalten notirt. Einige kleinere Falten im Silur des Kristianiagebiets sind wohl auch als solche zu deuten.

Digitized by Google

anderen; im Längsschnitte zeigen sich die Glimmerlineale als lange, im Querschnitt dagegen als kurze Linien. Diese letzteren Linien im Querschnitte sind manchmal nicht gerade, sondern bogenförmig, indem die Glimmerlineale gewölbt sind (nach Art einer Beinschiene). In diesem Falle tritt daher, namentlich wenn der Glimmer nur in geringer Menge vorhanden ist, die Parallelstruktur im Querschnitt sehr zurück. Ist der Glimmer etwas reichlicher zur Stelle, so kann die Struktur in eine »stängliche« übergehen, indem das Gestein von Stäben mit linsenförmigem Querschnitt zusammengesetzt wird. Diese Stäbe bestehen aus Feldspath und Quarz; um diese schmiegt sich der Glimmer, nicht in zusammenhängenden Häutchen, aber auch hier in Bändern, deren Längsausdehnung parallel der der Stäbe ist. Diese Varietät habe ich jedoch auf der Halbinsel Bergen nicht gefunden.

Diese Streckung des Gneißes muß nach meinem Dafürhalten mit der Zusammenpressung in einigem Zusammenhang stehen, ohne daß ich jedoch damit ohne weiteres behaupten will, daß die Glimmerschuppen ursprünglich keine bestimmten Längsdimensionen gehabt hätten und schlechtweg zu den jetzigen langen Bändern ausgestreckt worden wären.

In der Gegend von Os habe ich die »Streckung« besonders an dem glimmerarmen rothen Gneiß der Sandholmen beobachtet.

Der hellgrünliche Glimmer ist in Bändern angeordnet, die sich auf den Schichtungsflächen (*S*, Fig. 80) als Streifen und im »Profilschnitte« (*P*) als dünne Linien abzeichnen. Im »Querbruch« (*Q*) hat das Gestein ein ziemlich granitähnliches Aussehen. Der Glimmer von der in Fig. 75 abgebildeten Stelle ist bandförmig; in vertikalen Bruchflächen, senkrecht zur abgebildeten Profilebene, erkennt man seine Anordnung in schönen horizontalen Bändern.

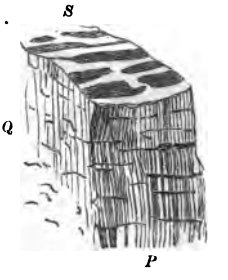


Fig. 80. Ecke eines Gneißhandstückes von einer der Sandholmen. Natürliche Größe.

Unmittelbar südlich vom Bauerhofe Tunaes, ebenfalls am Sörfjord, sieht man in einem Eisenbahneinschnitt unter mehreren Gneißvarietäten eine solche, die weißlich aussieht und kleine Glimmerbänder mit horizontaler Längsrichtung enthält. Die zarten Bänder bestehen nicht aus zusammenhängendem Glimmer, sondern aus vielen kleinen Schuppen, deren jede isolirt für sich liegt. Das Fallen des Gesteins ist 40° gegen ONO.

In Verbindung mit diesen nur makroskopisch betrachteten »gestreckten« Gneißen möchte ich auch eine mikroskopisch untersuchte Art erwähnen. Der betreffende ziemlich feinkörnige Gneiß steht im Almeklovdal kurz nördlich von Cap Stat (St auf der kleinen Übersichtskarte Fig. 1 S. 5) in fast vertikalen Schichten an. Auf den Schichtenköpfen zeigt er sich aus ganz

Digitized by Google

dünnen glimmerreichen und glimmerarmen Lagen zusammengesetzt. Auf den Schichtenflächen sieht man, daß der Glimmer in zierlichen, feinen, geradlinigen Bändern angeordnet ist. Auf den, wie gesagt, fast vertikal stehenden Schichten zeichnen sich die Bänder ca. 20° gegen den Horizont geneigt, sie verlaufen also nicht sehr weit von horizontal.

In einem parallel der Lagerungs- oder Schieferungsrichtung genommenen Präparate (Fig. 81 II) wurde beobachtet, daß die Glimmerbänder aus isolirten Glimmerschuppen (nur Biotit), von welchen ein großer Theil die größten Dimensionen parallel den Bändern hatte, zusammengesetzt war. Die Reste des Gesteins bestanden hauptsächlich aus Quarz. Dieser war in einer ganz eigenthümlichen Weise ausgebildet, nämlich in langen, geradlinigen, feinen Stäben oder Strängen, die eine Länge von 5 mm und mehr erreichten, während die Breite nur $^1/_{10}$ — $^1/_7$ mm betrug. Die Quarzstränge waren von Quersprüngen durchsetzt und zeigten sich zwischen gekreuzten Nicols als aus einer Reihe verschieden orientirter Individuen zusammengesetzt; dieselben waren zum großen Theil in der Richtung der Stäbe etwas langgestreckt. Der Rest des Gesteins bestand aus mehr unregelmäßig gelegenen Quarzkörnern, zwischen denen auch etwas Feldspath, theilweise zwillingsgestreifter Plagioklas, auftrat. Andeutungen einer strangartigen Anordnung des Quarzes wurden jedoch auch hier bemerkt. Accessorisch kamen im Gestein mehrere abgerundete Körner von Apatit und eines schwarzen Eisenerzes vor.

I

Schnitt senkrecht zur Streckungsrichtung. Die tafelförmigen Biotitindividuen sind zum größten Theil quer gegen ihre Spaltungsrichtungen durchschnitten. *a*—*a* ist ein glimmerreiches Lager.

II

Schnitt parallel der Lagerungsrichtung. Die Biotitindividuen sind hier meist parallel den Spaltungsrichtungen geschnitten. zwischen + und + und zwischen × und × erstrecken sich Quarzstränge, von denen nur Theile im Gesichtsfelde sichtbar sind.

Fig. 81. Gestreckter Gneiß. Almeklövdalen. 30 : 1.

In einem Präparate senkrecht gegen die Längsausdehnung der Glimmerbänder (also auch senkrecht gegen die Lagerung des Gneißes, Fig. 81 I) sah man nichts von der Anordnung des Quarzes in Stäben. Hier zeigten

Digitized by Google

sich nur rundliche Durchschnitte von in verschiedenen Richtungen gelagerten Körnern. Die Glimmerindividuen wurden hier quer gegen die Spaltungsrichtungen durchschnitten.

Eine eigenthümliche Struktur im Gneiß. Bei Sandven, nahe dem Kallands-See, zog ein freiliegender Gneißblock meine Aufmerksamkeit auf sich. Fig. 82 stellt eine seiner ziemlich ebenen Flächen dar, während Fig. 83 die mittlere Partie derselben Fläche in $^1/_2$ der natürlichen Größe zeigt.

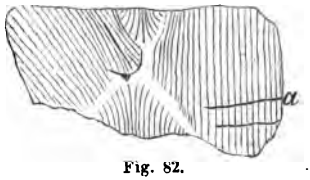


Fig. 82.

Der Gneiß ist grau, mit schwarzem, in Bändern auftretendem Glimmer. Die Striche in den Figuren bezeichnen den schwarzen Glimmer, das weiß Gehaltene dagegen das grauliche, feinkörnige Gemisch von Quarz und Feldspath, welche beiden Minerale bei makroskopischer Betrachtung sich nicht leicht von einander unterscheiden lassen. Theilweise ist der Glimmer grünlich, chloritartig; namentlich läßt sich das ungefähr auf 1 cm seitwärts von den feinen Sprüngen bei *a* beobachten. Die Längenausdehnung der Glimmerbänder ist parallel mit der Oberfläche des Steins, was besonders schön am linken Rand des Blockes, Fig. 82, bemerkt wurde. Das Schwarze bei X in Fig. 83 ist ein von Chlorit erfüllter früherer Hohlraum. Wie man sieht, ist der Gneiß gleichsam in Partien abgetheilt, die etwas gegen einander verschoben sind, wodurch gleichzeitig die Glimmerlamellen eine divergirende Richtung bekamen (man könnte hierbei an Daubrée's Experimente zur Nachahmung der »Garbenstruktur« denken). Auf diese Weise schneiden sich jetzt die Strukturrichtungen unter einem Winkel. Die Bestandtheile des Gneißes füllen die Zwischenräume zwischen den verschiedenen Gneißpartien in unregelmäßiger, etwas grobkörniger Mischung aus.

Fig. 83.

Einige granitische Adern in Gneißgranit, verglichen mit solchen in Granit. Wir haben gesehen, daß mindestens ein Theil der granitischen Adern entstanden ist, ehe der Faltungsprozess der Halbinsel Bergen abgeschlossen war. Ich will hier eine Zusammenstellung zwischen einigen granitischen Adern in Gneißgranit und in echtem eruptivem Granit anfügen. Diese kleinen Beobachtungen scheinen mir einigermaßen die Auffassungsweise zu unterstützen, auf welche wir später zurückkommen

Digitized by Google

werden, daß die Bedingungen, unter denen sowohl die Adern, als auch die einschließenden Gesteine gebildet wurden, in beiden Fällen theilweise dieselben gewesen sein müssen.*)

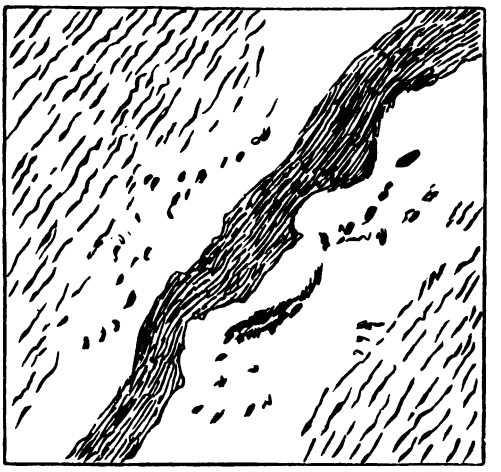
Am untern Theile des Mul-Baches, unmittelbar nördlich von Bergen (siehe Fig. 59) findet man eine Menge Blöcke von Gneißgranit, welche von dem oberhalb liegenden Skraedder-Thale herabgekommen sind. Geht man am Bache aufwärts (den Spazierweg entlang), so kommt man zu Sprengungen in prächtigem Gneißgranit, der Parallelstruktur zeigt, im übrigen aber sehr massiv ist. Das Gestein besteht aus kleinkörnigem, röthlichem Feldspath und weißem Quarz, an welchen sich schwarzer Glimmer anschließt. Die beiden letztgenannten Minerale kommen meist zusammen vor, während der Feldspath mehr für sich auftritt. Dieser Gneißgranit liegt über der, im Profile Fig. 60 dargestellten Schichtenreihe, während deutlich geschichteter Gneiß dazwischen liegt. Im Gneißgranit sieht man verschiedene grobkörnige Adern. Eine derselben will ich spezieller besprechen, weil sie eine eigene, übrigens wohl nicht seltene Struktur aufweist, von welcher mir es mehr als ein Zufall zu sein scheint, daß sie sich, wenn auch etwas modifizirt, in dem echten, eruptiven Grefsen-Granit bei Kristiania wiederfindet. Man hat eine granitische Ader, die wohl eigentlich nur ein grobkörniger, unregelmäßig körnig entwickelter Gneißgranit ist; die Mitte der Ader wird von einem feinkörnigen und etwas augengneißartigen Gneißband eingenommen. Der grobkörnige Theil des Ganges ist einwärts in einer Weise ausgebildet, welche auf eine unvollkommene Entwickelung von Krystallen mit freien Enden hinzuweisen scheint. Fig. 84 stellt ein Stück dieses Ganges dar, der auf 2 m Länge beobachtet wurde. Wie man sieht, stimmt die Strukturrichtung in dem feinkörnigen Bande mit der des umgebenden Gesteins überein. Die Fig. 85 giebt in vergrößertem Maßstabe eine Partie des Ganges wieder von einer außerhalb der Fig. 84 gelegenen Stelle.

Eine hierhergehörige Adernbildung (Fig. 86) habe ich in dem Grefsen-

*) Kalkowsky hat in einer Arbeit (Zeitschr. d. deutschen geol. Gesellschaft 1881. p. 629) eine ähnliche Ansicht ausgesprochen mit Bezug auf die durch Credner's Untersuchungen so bekannten Gänge in der sächsischen Granulitformation (Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. 1875. p. 105) und deren Verhältnis zu den grobkörnigen Gängen in einem bayerischen Eruptivgranit. Die genannten sächsischen Gänge, die ich in natura zu studiren Gelegenheit hatte, erinnern in der ganzen Art ihres Auftretens an unsre norwegischen im Grundgebirge aufsetzenden granitischen. Daß man beim Durchlesen der Credner'schen Abhandlung keinen ganz bestimmten Eindruck dieser Ähnlichkeit erhält, liegt wohl wesentlich darin, daß er vornehmlich die ausgeprägt symmetrischen Gänge behandelt und sich mit den übrigen, minder regelmäßigen nur weniger befaßt. Gerade auf die sächsischen Gänge kann man auch zum großen Theil dieselbe Anschauungsweise anwenden, welche Brögger für die Entstehung unserer Gänge aufstellt (Geol. Föreningens i Stockholm Förhandl. 1880. p. 367).

Digitized by Google

Granit von Kristiania beobachtet (Bruch in Aarvoldaasen). Hier sah ich in dem gewöhnlichen mittelkörnigen Granit, oder richtiger quarzführenden Syenit, eine ungefähr 15 cm breite feinkörnige Syenitader. Von den Grenzen ragten auf beiden Seiten große Feldspathindividuen in die Ader hinein; also eine auffallend grobkörnige Ausbildung des Nebengesteins an der feinkörnigen Ader.



50 cm

Fig. 84. Grobkörniger granitischer Gang mit einem feinkörnigen gneißähnlichen Gestein in der Mitte. Sandviken bei Bergen.
In den Ecken links oben und rechts unten Gneißgranit.

Auch am See von Sogn bei Kristiania habe ich Gänge in quarzführendem, mittelkörnigem Syenit bemerkt. Hier beobachtete ich feinkörnige Adern mit undeutlichen Grenzen; bei einer derselben war das Nebengestein auffallend grobkörnig und nach innen, gegen die feinkörnige Ader (wenigstens theilweise) in wohl abgegrenzten Krystallen ausgebildet.

Ich will nicht unterlassen zu bemerken, daß andere kleine Gänge an derselben Stelle scharfe Grenzen hatten und feinkörniger als sonst in ihrer Nähe waren. Speziell notirte ich das bei einer loth-

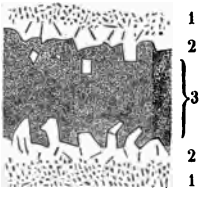
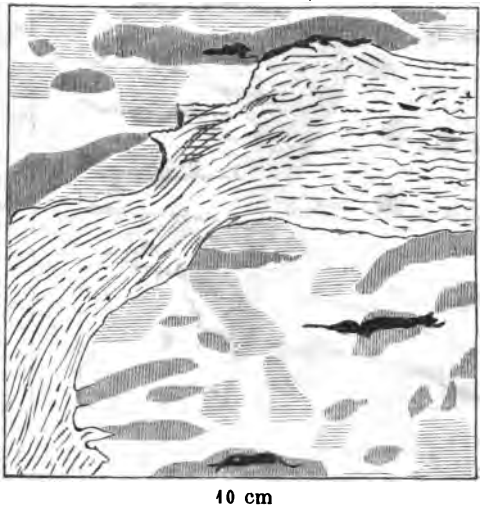


Fig. 86. Feinkörnige Syenitader, ca. 15 cm breit. Kristiania.
1 Mittelkörniger Syenit.
2 Grobkrystallinischer Syenit.
3 Feinkörniger Syenit.



10 cm

Fig. 85. Ein Theil desselben Ganges.
Das schwarze ist Glimmer, das lothrecht schraffirte Quarz, das horizontal schraffirte größere, speziell hervortretende Feldspathindividuen.

recht stehenden, ungefähr 20 cm breiten Ader in dem Bruch westlich vom See; die auffallend feinkörnige Grenze war ungefähr $^1/_2$ cm breit.

Digitized by Google

Ein schmalerer Gang, den ich an einigen Stellen neben dem eben erwähnten beobachtete, zeigte Andeutungen einer Art Streifung, indem neben einander verlaufende Zonen von mehr feinkörnigem und mehr mittelkörnigem Gestein ihn zusammensetzten. Diese Zonen waren vielleicht etwas unregelmäßig, aber doch durchgehends parallel mit der Ganggrenze. Eine kleine, ungefähr centimeterbreite, feinkörnige Ader zeigte in der Mitte einen Drusenraum, zum größten Theil mit Quarz erfüllt, in dem Hohlraum waren Feldspath- und Quarzkrystalle ausgebildet. Wie bekannt, zeigen die dem Gneiß und anderen Grundgebirgsgesteinen zugehörigen granitischen Gänge zuweilen dasselbe Strukturverhalten. Granitgänge mit offenen Drusenraumspalten sind jedoch nicht gewöhnlich; ziemlich häufig ist dagegen die Mitte des Ganges vollständig mit Quarz erfüllt, in welchen große Feldspathkrystalle von beiden Seiten hineinragen.

Wir wollen noch von dem Gneißgranit am Mulbache bei Bergen ein Paar kleine Profile mittheilen. In Fig. 87 und 88 sind a—a Streifen, in denen kleinblättriger Glimmer, begleitet von Quarz und etwas Feldspath, sich quer gegen die sonst herrschende Strukturrichtung legt. Beim Sprengen springt das Gestein leicht nach solchen Streifen entzwei; auf den so bloßgelegten Flächen zeigt sich der Glimmer gern fein bandförmig.

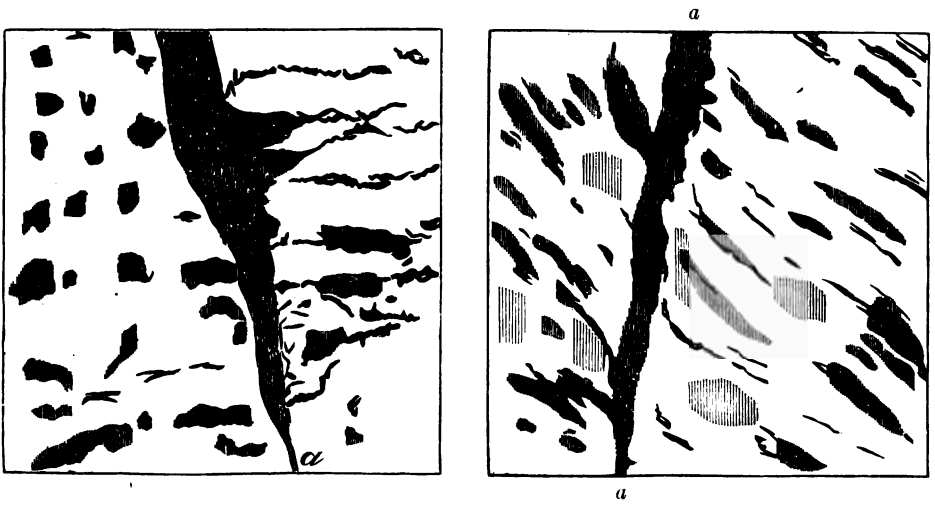


Fig. 87 und 88. Gneißgranit. Profilschnitt in natürlicher Größe. Sandviken bei Bergen.
Das schwarze ist Glimmer, das dunkel schraffirte Quarz, das heller schraffirte (Fig. 87) großkörniger Feldspath.

Etwas dem vielleicht Entsprechendes kann man an den aus röthlichem Glimmersyenit bestehenden Blocksteinen bei Brekke, gleich südlich vom Mariadals-See bei Kristiania, bemerken. Längs gewisser Flächen in diesen Steinen ist schwarzer, schuppiger Glimmer reichlich vorhanden. Im Schnitt

Digitized by Google

lothrecht gegen diese Flächen kann eine solche Zone, die allmählich in die Umgebung übergeht, sich ungefähr gegen 3 cm erstrecken. Die Steine lassen sich leicht nach solchen Zonen zerklüften und zeigen dann reichlich mit Glimmer bedeckte Flächen. Die Spaltbarkeit der Glimmerindividuen liegt in der Regel parallel zu ihnen.

Einige Granitfelder, die wahrscheinlich emporgepreßtes Grundgebirge sind. Das Studium der Halbinsel Bergen hinsichtlich des Verhaltens der Gesteine unter starkem Druck läßt mich mit etwas größerer Sicherheit über das sogenannte Granitfeld südlich vom Laxefos im Vefsen (65° 30′ n. B.), nahe bei den jetzt so bekannten Silbergruben im Svenningdal, sprechen.

Dieses Granitfeld, in welchem aus Anlaß von Wegebauten mehrere Sprengungen vorgenommen wurden, ist sehr interessant. Der Granit ist mittelkörnig, grau und im Hinblick auf seine Bestandtheile ein ganz gewöhnlicher, indem er aus weißem Feldspath, grauem Quarz und schwarzem Glimmer besteht. Größere Aufmerksamkeit verdient die Struktur. Zunächst hat man in Folge der Anordnung der Glimmerblättchen eine ausgeprägte Parallelstruktur; weiter wechseln oft glimmerärmere und glimmerreichere Partien ab, die ersteren heller, die letzteren dunkler. Die helleren und dunkleren Partien liegen nicht sehr regelmäßig zu einander, doch kann man sagen, daß sie meist in der Strukturrichtung ihre größten Dimensionen

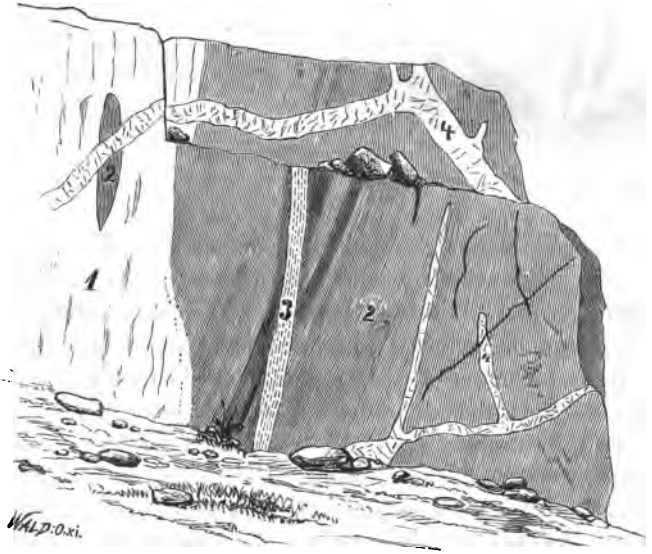


Fig. 89. Eine 2 m hohe Granitwand mit Parallelstruktur.
1 glimmerarme Varietät. 2 glimmerreiche Varietät. 3 ein Streifen der glimmerarmen Varietät, in welchem die Parallelstruktur die Struktur des umgebenden Gesteins unter einem spitzen Winkel schneidet. 4 grobkörnige Granitadern.

Digitized by Google

haben und daß da, wo eine kleine Partie der einen Art in eine Masse der anderen eingeschlossen erscheint, die erstere gern eine Linsenform hat (siehe die kleine in 1 eingeschlossene Partie 2 in Fig. 89). Das Gestein ist von grobkörnigen Granitadern durchzogen, welche zumeist scharfe Grenzen gegen die Umgebung haben.

Anfangs kann man bei mehreren Stellen dieses Granitfeldes in Zweifel darüber sein, ob man nicht eine aufgestiegene Partie des Grundgebirges mit einem etwas eigenthümlich ausgebildeten Gneiß vor sich habe. Hat man aber das Feld durchschritten und kommt zu seiner südlichen Grenze, so zeigt sich hier, wenigstens nach meiner Auffassung, daß man eine wirklich eruptive Masse vor sich hat. Die nachstehende Figur mag das Verhalten hier illustriren.

Fig. 90. Grenze zwischen gestreiftem Granit und Hornblendeschiefer mit Kalklagen.

Die hier abgebildete Felswand ist ungefähr 25 m hoch. Zur Linken hat man Granit, der verschiedene Bruchstücke einschließt. Am Fuße der Wand befindet sich die Öffnung einer kleinen Höhle, die einem leicht verwitternden und im Granit eingeschlossenen Gestein, vermuthlich Chloritschiefer, ihre Entstehung verdankt. Die länglichrunde Partie gleich links oberhalb der Höhle ist Kalkstein, der am Rande, wo er den Granit berührt, eine deutliche Umwandlung zeigt. Die übrigen im Granit eingeschlossenen Partien fremden Gesteins sind Hornblendeschiefer. In der Mitte und zur Rechten der Figur hat man schwebende Schichten, zu unterst von Hornblendeschiefer, darüber von Hornblendeschiefer mit Kalklagen. Das Gestein ist hier von Gängen durchsetzt, deren Gestein in seinem Habitus mit dem des ganzen Granitfeldes übereinstimmt. An dem zunächst der Granitgrenze durchsetzenden Gange beobachtete ich speziell, daß er ganz dieselbe Paral-

Digitized by Google

lelstruktur zeigte, wie das Gestein im Großen. Wo Glimmer in etwas reichlicherer Menge vorhanden ist, was jedoch nur theilweise der Fall, läßt sich diese Struktur am besten bemerken, die Glimmerblättchen sind parallel den Gangflächen angeordnet; in seinem unteren Theil ist der Gang ungefähr 25 cm breit.

Ich trage nun wenig Bedenken, dieses grundgebirgsähnliche Feld als wirklichen Gneiß anzusehen, der in plastischem Zustande unter starkem Druck emporgepreßt wurde. Ein ähnliches Feld beobachtete ich nicht weit davon ebenfalls bei den Silbergruben des Svenningdal's. Um zu wissen, ob auch bei diesem, wie dem ersten, die Gneißstruktur dieselbe war, auch im inneren Theile der Masse, wanderte ich ein gutes Stück feldeinwärts; ich fand das Verhalten überall gleich.

Der Gebirgsbau im Vefsen erinnert an das so viel beschriebene und umstrittene Gneißvorkommen über und in dem Jurakalk des Finsteraarhorn-Stockes. Nach den neuen Untersuchungen von Baltzer besteht dessen Unterlage aus Gneiß, der bei dem großen Faltungsprozess der Alpen theilweise über weit jüngere Formationen zu liegen gekommen und in gangähnlichen, horizontal auslaufenden Falten in dieselben eingedrungen ist. Bei uns ist das letztere in noch höherem Maße geschehen, indem die Verzweigungen als Gänge bezeichnet werden müssen, welche wieder Seitenverzweigungen aussenden, ja sogar durch Queradern verbunden sein können.

Es giebt noch ein anderes »Granitfeld«, bei dem man ebenfalls an äußerst zusammengepreßte Gneißschichten denken kann, nämlich das weitgestreckte, welches die Silurformationen der Hardangervidden, des Hochlandes südöstlich von Bergen, bilden. Ich lernte dasselbe kennen bei einigen gelegentlich vorgenommenen Reisen, theils um den Strandefjord im oberen Hallingdal, theils im Eidfjord in Hardanger. In der erstgenannten Gegend ist es ein ausgezeichneter Granit; theilweise kommt jedoch auch Gneiß vor, eng mit dem Granit verbunden und eine zusammenhängende Masse damit bildend. Denselben Eindruck erhält man auch in der genannten Gegend von Hardanger. Am Wege aufwärts nach dem Vöring-Fall hat man meist einen gleichförmigen grauen Gneiß mit schwarzem Glimmer. Auch weiter aufwärts bei Drölstöl sieht man überall denselben außerordentlich massiven und gleichförmigen Gneiß, soweit ich ihn beobachtete, lothrecht stehend und in nordsüdlicher Richtung streichend. Er ist erfüllt mit einer Unzahl von Granitlagen oder »Gängen«, d. h. ein verhältnismäßig grobkörniges Gemisch von den Bestandtheilen des Gneißes ohne Parallelstruktur. Durchweg streichen sie parallel dem umgebenden Gneiß und sind so zahlreich, daß die Annahme, daß sie mindestens $^1/_5$ der ganzen Gesteinsmasse ausmachen, gewiß nicht übertrieben ist. Granitadern, die quer gegen die Schichtung laufen, habe ich nicht notirt, aber es sollte mich nicht wundern,

Digitized by Google

wenn sich auch solche fänden. Um die Art und Weise des Auftretens dieses Gesteins zu illustriren, ist in Fig. 91 ein Quadrat von 2 m Seitenlänge von einer ziemlich horizontal verlaufenden Bergfläche abgebildet.

Wie man sieht, zeigt eine der Granitadern einige in hohem Grade zusammengepreßte Gleitungsfalten. Dieselben würden noch deutlicher hervorgetreten sein, wenn ich die Granitadern mit Konturlinien umzeichnet hätte; ich habe das aber unterlassen, um nicht den Eindruck zu schwächen, daß die Granitadern mit dem Gneiß sehr eng verbunden sind.

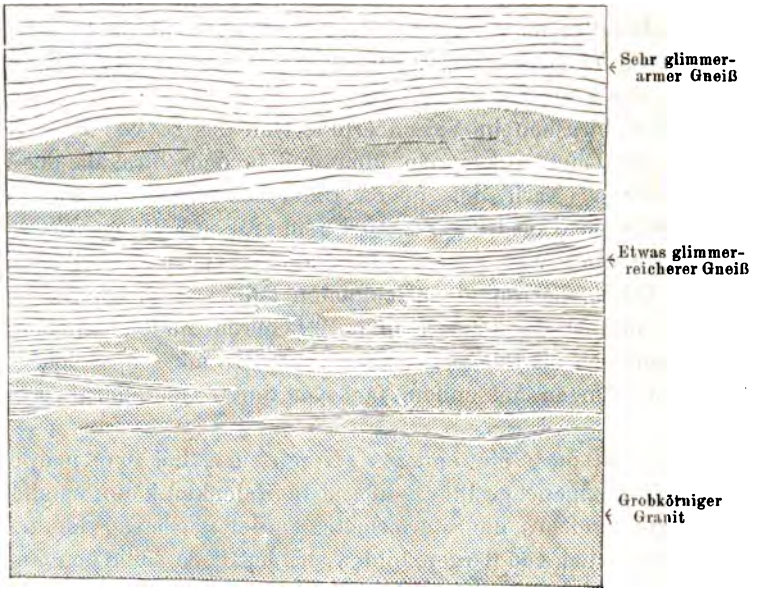


Fig. 91. Vertikale Schichten von glimmerarmem Gneiß mit zahlreichen verhältnismäßig grobkörnigen Granitadern.
Von einer horizontalen Bergfläche, Holaasen, Eidfjord in Hardanger.

Bei dem erwähnten Drölstöl beginnt ausgezeichneter Granit, nach seinem Habitus eine im Grunde mit dem vorhergehenden Gneiß zusammenhängende Masse.

Das hier Erwähnte habe ich nur zu weiterer Prüfung und Untersuchung mitgetheilt; es ist dazu ein weit eingehenderes Studium, als wozu ich Gelegenheit hatte, nothwendig.*)

---

*) Ich benutze die Gelegenheit zu einer Mittheilung über Bjoreidal's Silbergrube an der Nordseite von Bjorei, bei der Ammundlund Sennhütte. Hier kommt ein aufrechtstehender, ziemlich regelmäßiger Quarzgang vor, der sich ungefähr 35 m weit verfolgen läßt und dessen Mächtigkeit an einer Stelle zu 0,9 m, an einer andern zu 2 m gemessen wurde. Der Quarz, in welchem ich hier und da mit Bergkrystallen

Digitized by Google

Schlußbemerkungen. Auf der Halbinsel Bergen haben wir Schichten kennen gelernt, welche Eruptiven gleichen durch Aussenden von Adern etc. Das Studium mehrerer stark dislozirter Gneißfelder zeigt uns, wie wir gesehen haben, eine viel größere Beweglichkeit und einen viel höheren Grad von Plastizität, als man wohl von vornherein vermuthen konnte; ja es scheint Massen zu geben, wie z. B. der Gneiß von Svenningdal, der auf der einen Seite eine Art Schichtenbau zeigt (nicht allein Parallelstruktur oder Schieferung), wie man ihn wohl kaum bei einem echten Eruptiv finden möchte, und der auf der andern Seite Adern aussendet und Bruchstücke einschließt, welche kontaktmetamorphische Veränderungen zeigen.

Weiter kommt häufig sogenannter stockförmiger Granit vor, dessen Empordringen vermuthlich mit der Faltung der umgebenden Schichten in Verbindung steht. Bei mehreren dieser Vorkommen könnte man sich wohl die Möglichkeit denken, daß sie ein Theil des Grundgebirges wären, das in plastischem Zustand emporgepreßt wurde, nachdem es, lange Zeiten hindurch unter starkem Drucke erhitzt, mehr oder weniger in eine gleichförmige Masse übergegangen war (durch Diffusion?). Diese Anschauungsweise, daß die erwähnten Granite also bei einem Faltungsprozeß emporgepreßt wären, ungefähr wie die schweizerischen Zentralmassive, wird vielleicht in mehreren Fällen angezeigter sein, als sie für gewöhnliche Eruptive zu nehmen, die vollständig lavaartig emporgedrungen wären. (Vergl. einzelne »Fußgranite«.)

Aber auch die echten eruptiven Granite müßten wohl in die Betrachtungen hereingezogen werden. Vielleicht gehören diese einer folgenden Entwickelungsstufe an. Gewiß dürfen sie nicht allein in Verbindung mit den jüngeren Eruptiven studirt werden, sondern auch im Zusammenhange

---

ausgekleidete Drusenräume beobachtete, ist erfüllt mit Klumpen und Adern von silberhaltigem Bleiglanz. Theilweise sah man an der Oberfläche an Stelle dieser Gangbestandtheile eine von Ocker und Brauneisenstein erfüllte Kluft. An einer Stelle lag zwischen dem Gange und dem Nebengestein ein kleiner, mit dunklem Kalkspath erfüllter Gang. Die Umgebung besteht aus Granit.

Es sei mir gestattet, neben diesem auch noch ein anderes Erzvorkommen zu erwähnen, nämlich von reinen Schwefelkiesadern in Gneißgranit; es hat wohl keine praktische Bedeutung, kann aber gleichwohl von einigem Interesse sein. Vor 9 Jahren brach man bei Laksevaag in der Nähe von Bergen Steine zu Quaibauten. Hier stand Gneißgranit an, dessen Struktur eine Streichungsrichtung gegen NNO zeigte. In demselben traten Schwefelkiesadern hier und da mit Hohlräumen auf, in welchen der Kies in Krystallen entwickelt war. Der nebenstehende Profilschnitt zeigt einige solche Adern.

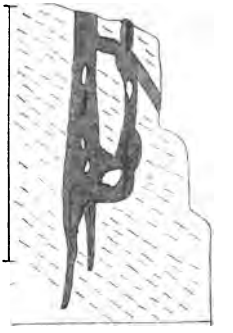


Fig. 92. Schwefelkiesadern in Gneißgranit.

Digitized by Google

mit den geschichteten krystallinischen Gesteinen, namentlich also Gneiß, der unter Druck und hoher Temperatur plastisch geworden war. Das entblößte Innere des Gneißgebirges lehrt uns vielleicht die Entstehungsgeschichte des eruptiven Granits. Gneiß, Granit und jüngere granitische Eruptive gehören einer Familie an. Das verwandtschaftliche Verhalten der letzteren ist allgemein erkannt; das der beiden ersten muß aber noch näher erforscht werden; wohl haben die Petrographen nicht wenig nachgewiesen, was sie zusammen verbindet; aber auch für die Geologen ist hier ein reiches Arbeitsfeld.*)

Es erscheint mir nicht unmöglich, daß das Empordringen der Eruptive im Ganzen genommen doch in näherer Verbindung mit der Reihe von Phänomenen steht, welche zusammen mitunter als der Faltungsprozeß der Erdrinde bezeichnet werden, als man in der Regel dargestellt sieht. Ja dies gilt wohl ebenso von den metamorphischen Prozessen; die mechanische Kontaktmetamorphose, die regionale Metamorphose und die, welche an der Grenze mit den echten Eruptiven stattfindet, können vielleicht mehr als bis jetzt geschehen aus einem Gesichtspunkt angesehen werden: als Varianten nämlich von einem und demselben Phänomen, eine nähere oder entferntere Folge desselben Faltungsprozesses. Uns hier auf diese Frage einzulassen, würde aber zu weit in das Gebiet der Hypothesen führen.

*) Die leitenden Männer der norwegischen Geologie, Dahll und Kjerulf, haben die nähere Verwandtschaft unsrer Gneißgranite mit den echten Graniten hervorgehoben. — Ramsay unter Anderen behandelt die Umwandlung von Gneiß in Granit in: The physical geology and geography of Great Britain. V. Ed. London 1878. Cap. IV. Arch. Geikie behandelt in »Text-Book of Geology. London 1882« p. 544 »The metamorphic origin of some granite.« Eine oder mehrere der Granitfamilie angehörende Familien wird man vielleicht aus den basischen Gesteinen des Grundgebirges und späterer Zeiten bilden können.

Digitized by Google

Register.

Aalesund 9.
Andalusit 30.
Apatit 32, 87, 89, 90, 101.
»Ausweichungsklivage« 52.

Baekkelaget 111.
Baltzer 95, 115, 127.
Bedemar (Vargas) 10.
Bergen 78—82, 122, 129.
Bergen, Halbinsel von, Kartenskizze 11; Topographie 12; der geologische Bau im Großen 12, 91—94.
Bergen's Schiefer 91—94.
Borgen 31.
Brachiopoden 65, 66.
Breccien; Gegend um Osören 34, 57, 101; Trengereid 109; Kristiania 110; Sachsen und Corsica 112.
Brögger 9, 39, 78, 101, 110, 112, 122.
Bruchstücke; in Quarzaugengneiß 59, 98, 112; in Granit 34; in granitähnlichem Gneiß 34, 60, 98, 126; in Granulit 56.
Brurö 35.
Buch, L. von 10.

Calymene 66.
Carpelan 108.
Chlorit, epigenetisch 96, 110.
Chloritglimmerschiefer 61.
Chloritgneiß 110.
Chloritschalen siehe Schalen.
Chloritschiefer und chloritische Schiefer 20—22, 31, 60.
Corsica 112.
Cotta 116.
Credner 36, 81, 102, 122.
Cyathophyllum 68.

Dahll 5, 7, 130.
Dalmannites 66.
Dana 102.
Dathe 36, 37, 102.
Daubrée 121.
Diallag, in Saussuritgabbro 41, 44; in Diallagfels 85; in Glimmersyenit 87.
Diallagfels (serpentinführender) 84.
Dictyograptus flabelliformis 7.
Diorit und Dioritschiefer; in der Gegend von Osören 18, 56—60, 99—101; in Ulriken's Gneißfeld 84, 86, 88—90 (Linsen im Gneiß bei Takvam).
Döbeln in Sachsen 52, 53.
Dovrefjeld 6.

Eck 98.
Egeberget 109.
Eidfjord 128.
Eidsborg, Wetzsteine 109.
Ekelandsosen 76, 77.
Epidot 31, 33, 74, 87.
Epidotfels (?) 18, 70.
Epidotgranit 55.
Esmark 12.
Evrit 104.

Faltung 105, 129; Faltung der Gerölle im Konglomerat 25, 70, 107; Faltung granitischer Adern 116; Gleitungsfalten 117—118, 128.
Favosites 63, 67.
Feldspathhornblendefels 57.
»Flasergabbro«; Sachsen 36—39; Gegend von Osören 43, 47; Trengereid 72—73; Bildungsweise 99.
Floifjeld 79—81.
Forchhammer 110.
Fossilien, Osören 14, 62—69, 94—95; Trengereid 70; Verdrückung der Fossile 65—67, 106.

Digitized by Google

Friis 10.
Fuchs 113.
Fuse 91.

Gabbro, in Schichten oder Gängen 44—46, 100; Böhrigen 37; Laagö 39; vergl. auch unter Flasergabbro und Saussuritgabbro.
Gastropoden 66.
Gebirgsfuß 13.
Geikie 100.
Gleitungsfalten 117—118.
Glimmer, braun im Muskovitschiefer 49, 63, 95; in Serpentin 85; epigenetisch in Konglomerat 96.
Glimmerschiefer 34, 49, 59, 91; Grundmasse in Konglomerat 80; vergl. auch unter Muskovitschiefer.
Glimmersyenit (?) 87.
Gneiß; Lagen in Talkglimmerschiefer 15—16; in Dioritschiefer etc. 19, 21, 56—60; in fossilführendem Thonglimmerschiefer 29; in Saussuritgabbro 44, 101; in sächsischem Flasergabbro 37—38.
Augengneiß 80.
Quarzaugengneiß 23, 24, 27—28, 35, 59, 97, 98.
Gneiß mit Transversalschieferung 115.
Kalkführender Gneiß 31.
»Grüner Gneiß« 74—76, 115.
Gneiß mit Verzweigung in das Nebengestein 126—127.
Gneiß mit Orthit 86.
Gneiß von Hardangervidden 127.
Gneißbreccie bei Kristiania 110.
Gneiß mit Bruchstücken siehe unter Bruchstücke.
Entstehungsweise 96—99.
Mikroskopische Untersuchungen desselben 27, 29, 31, 91.
Streckung des Gneißes 118—120.
Verwandtschaft mit Granit 129.
Analysen 33, 65, 90.
Gneißgranit, Bergen 79, 115, 122—124.
Granit 34, 85; Bindemittel in Breccien 34, 57, 112; grobkörnige Adern, Pegmatit 88, 89, 112, 115—117, 123, 125; sogenannter Granit im Vefsen 125—128; regenerirter 98.
Granulit 19, 20, 22, 56—59, 71, 112; systematisch und Entstehungsweise 102—105.
Graptolithen 68.
Grimelien im Söndfjord 39.
Grünschiefer 18, 57—60; Breccie 110—112.
Grünstein 43, 91.
Gudbrandsdal 107.
Gula-Fluß 107.

Hagevik 31, 42, 48—50.
Halysites catenularia 67.
Hardangerfjord 7.
Hardangervidden 127.
Hatviken 26, 28.
Heglandsdal 30, 47.
Heim 52.
Hiortdahl 10, 40, 83, 90, 91, 94, 102, 103.
Hochstetter 104.
Hollande 112.
Hornblende, epigenetisch 50, 96.
Hornblendechloritschiefer 61.
Hornblendefels 21, 34.
Hornblendegneiß 84.
Hornblendegranit 84.
Hornblendeschiefer 19—21, 25, 99, 126 etc.
Hornstein (?) 72.
Hougland 90.
Hummel 104.

Irgens 10, 40, 83, 91, 94, 102, 103.

Kalk und Marmor, Osören 28—35, 62; Trengereid 70; Metamorphismus 94, 126.
Kalkowsky 122.
Kalkmuskovitschiefer 29, 35.
Kallandssee 121.
Karrer 113.
Keilhau 12, 110.
Kjerulf 5, 10, 32, 39, 63, 89, 92, 107, 110, 111, 115, 130.
Konglomerat, Osören 22—26, 31, 35, 48, 50—55, 62; Trengereid 69—71; Bergen 80; Hagevik 48—51, 95; Gudbrandsdalen 107; Nordfjord 98; Sachsen 80; Auspressung, Dehnung und Faltung 25, 52, 54, 106—108; Metamorphismus 95—97.

Digitized by Google

Kontaktzone (mechanische) 110, 126, 130.
Korallen 29, 65, 67, 68.
Kristiania's Umgegend 109, 123.
Kuven 29, 30, 62, 96.

Laagö 39.
Labradorfels 84, 88, 90, 105.
Laksevaag 129.
Lang, H. O. 110.
Lehmann 9.
Lekve 23, 28, 71, 97.
Lifjeld 55.
Linien im Landschafts-Relief 13.
Lysefjord 13.
Lysekloster 61.

Mächtigkeit der Schichten 14, 92, 93.
Magneteisen, epigenetisch 50.
Magnetkies, Vorkommen 17.
Marmor, siehe Kalk.
Metamorphische Phänomene 94—105, 110, 125—126, 130.
Michel Levy 101.
Mikroskopische Untersuchungen 19, 27, 29, 31, 40, 44, 50, 63, 74. 85, 87, 88.
Milde 83.
Moberg 13, 23, 25, 28, 29.
Monograptus 68.
Moränen 61, 113.
Murchison 100, 110.
Murchisonia 66.
Muskovitschiefer 15, 23, 25, 31, 84, 95.

Naumann 10, 40, 43, 91, 102.
Nedsttun 84.
Nordfjord 98.
Norit 101.
Nygaard 81—82.

Orthit im Gneiß 86.
Os, Bauerhof 29.

Parallelstruktur siehe Schieferung.
Peach 100.
Pegmatit siehe Granit.
Phacops 66.
Plateau von Osören 13.

Quarz in Linsen 15, 16, 17, 29, 71, 74.
Quarzaugengneiß siehe Gneiß.
Quarzitkonglomerat siehe Konglomerat.
Quarzschiefer und Quarzit 16, 48, 61, 72, 74, 79, 81, 86, 108.

Ramsay 100, 130.
Rastrites 68.
»Riesenflaserstruktur« siehe Flasergabbro.
Riesenkessel 76.
Rödsheller 28.
Rötingen 34—35.
Rosenbusch 90.
Rothpletz 112.
Rusten 107.
Rutil 29, 64, 65, 90.

Sächsische Vorkommen 54, 80, 112, 116, 122; von Flasergabbro 36—38; Granulit 102, 103.
Saervold 19, 34, 97.
Sagebakken 42, 44.
Samnangerfjord 12, 97.
Sandholmen 18, 119.
Sandstein 28, 48, 54, 55, 95.
Santesson 104.
Sars 9.
Sartorö 94.
Sauer 80.
Saussurit (Analyse und Beschreibung) 40.
Saussuritgabbro; Gegend von Osören 34, 35, 40—47, 56, 59; Trengereid 73; Grimelien 39; Entstehungsweise 99—101.
Schalen von Chlorit 71, 75, 109.
Schieferung, Transversal- 53 (im Thonschiefer); in grünem Gneiß 74; in grauem weichem Schiefer 82; in Gneiß 115; in granitischen Gängen 115; in Geröll (?) 113.
Schlifflächen von Gletschern 61, 76; in Riesenkesseln 78.
Schötz 7.
Schriftgranit, mikroskopisch 88.
Schwefelkies 110, 129.
Serpentin, in Gabbro 46; in Diallagfels 84, 85; auf Corsica 112.
Sharpe 106.
Silbergruben im Svenningdal 125; im Bjoreidal 128.
Silur 5, 6, 8.
Skeie 44—46, 61.
Söndfjord 39.

Digitized by Google

Söndmör 13.
Söndre-Trengereid (südliches T.) 75, 99.
Söpteland und Söptelandssee 59, 99.
Sörfjord 69, 89, 115, 119.
Sogne 6, 104, 105, 112.
Sparagmit 7, 30—31, 95, 115.
Stapff 118.
Strandefjord 127.
Strandlinien 13.
Streckung der Konglomerate 50, 52, 70, 71; des Gneißes 118—120.
Sundö 85.
Svartediget 82, 86.
Svenningdal 125.
Syenit am Langesundsfjord 39, 96.
Syringophyllum organum (?) 29, 67.

Takvam 88—90.
Talkglimmerschiefer, quarzführende 15—18, 95; Talkmuskovitschiefer 49.
Talkschiefer 35, 60, 75.
Telemarken 108, 115.
Terrassen 9, 61, 62.
Thonglimmerschiefer siehe Glimmerschiefer.
Thonschiefer, glänzende und Thonglimmerschiefer 16, 24, 26, 28—30, 48—60, 62—69, 70, Bildungsweise 95.
Törnebohm 104.
Tonganaes 57—58.
Topfstein und topfsteinartiger Schiefer 29, 35.
Transversalschieferung siehe Schieferung.
Trengereid 12, 69—77, 96, 97, 110, 115.
— (Söndre) 75, 99.
Trilobiten 65. 66.
Tuen 24, 31.
Turmalin 64, 65.
Tyssedal und Tyssedals-See 53—55, 62.

Ulriken 82, 85.
Ulven und Ulven-Ebene 12, 13, 55, 59, 61—63, 99.
Ulven-See 31, 47, 51, 55, 61, 97.
Umbiegung der Schichtenköpfe 53, 54.

Vagtdal 12, 63, 95.
Valle 29, 62.
Vardefjeld 47, 55.
Vefsen 125, 127.
Verrückung und Verschiebung 14, 110.
Verwitterung 47, 53, 61, 88.

Wanderblöcke 62, 121.
Wetzsteine von Eidsborg 109.
Wien 113.

Zinkblende 110.
Zirkel 100.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

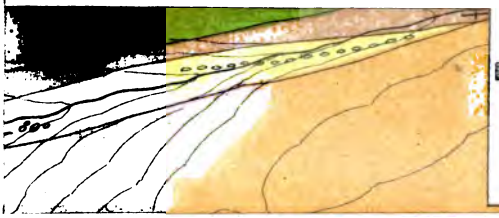
Digitized by Google

Erklärung der Farben:

- Quarzführender Talkglimmerschiefer
- Dioritschiefer und nahestehende Gesteine.
  - Granulit in denselben.
- Thonglimmerschiefer, theils dunkel schimmernde theils glänzende bis
  - m - Muscowitschiefer
  - tg - Talkglimmerschiefer (Hageviik Lepsö).
  - gr - Grünschiefer (Drummels Tj. Ulven Vd.)
  - o - Topfstein (Kalskogen)
  - x x x - Gneisähnliche Schichten (Y. Möberg, Grinden, Valle)

  Die Thonglimmerschiefer schliessen oft kleine Linsen von Quarz u. körnigem Kalkstein ein, theils auch grössere.
- Kalkschichten

  Silurfossilien werden bei Ulven und Vagbdal, wie auf der Strecke J. Möberg-Eide gefunden.
- Conglomerat mit verschiedenartigen Fragmenten.
- Chloritreicher Sparagmit,
  - ooo bisweilen deutlich ein Conglomerat mit verschiedenartigen Fragmenten.
- Quarzitischer Sandstein und
  - ooo Quarzitconglomerat
- Quarzaugengneiss
- Zone mit kalkführendem Gneiss
- Andre Gneisse. Dieselben sind durchschnittlich glimmerarm und ohne ausgeprägte Parallelstructur.
  - Gr - bezeichnet deutlichen Granithabitus.
  - gn - bezeichnet deutlichen Gneisshabitus.
- Die Schiefer von Lysekloster
  - h - Hornblendeschiefer
  - gr - Grünschiefer
  - kg - Chloritschiefer
  - gn - Gneiss
  - ko - Quarzit
  - t - Talkschiefer
  - di - Diorit etc.
- Saussuritgabbro
  - Gb Gabbro mit deutlichem Feldspath.

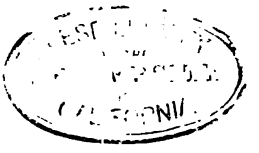


- Glaciale u. postglaciale Ablagerungen.

te eingezeichneten Linie.

FREE LIBRARY
UNIVERSITY
CALIFORNIA.

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

14 DAY USE
RETURN TO DESK FROM WHICH BORROWED

LOAN DEPT.

This book is due on the last date stamped below, or on the date to which renewed.
Renewed books are subject to immediate recall.

19Jul'59AJ

RECD LD
JUL 6 1959

LD 21A-50m-9,'58
(6889s10)476B

General Library
University of California
Berkeley

Digitized by Google

YC 40223

QE 475
R45

UNIVERSITY OF CALIFORNIA LIBRARY

Digitized by Google